

CELOWE UŻYCIĘ SZKODLIWYCH CZYNNIKÓW BIOLOGICZNYCH W PROCESACH PRACY W POLSCE NA PODSTAWIE KRAJOWEGO REJESTRU CZYNNIKÓW BIOLOGICZNYCH

INTENTIONAL USE OF HARMFUL BIOLOGICAL AGENTS
IN WORK PROCESSES IN POLAND
BASED ON THE NATIONAL REGISTER OF BIOLOGICAL AGENTS

Anna Kozajda, Emilia Miśkiewicz

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland
Zakład Bezpieczeństwa Chemicznego, Pracownia Bezpieczeństwa Biologicznego / Department of Chemical Safety, Biological Safety Unit

STRESZCZENIE

Wstęp: Artykuł prezentuje analizę danych o celowym użyciu szkodliwych czynników biologicznych w zakładach pracy w Polsce na podstawie Krajowego Rejestru Czynniki Biologicznych (KRCB) według stanu na czerwiec 2023 r. **Materiał i metody:** Rejestr ten jest centralną bazą danych gromadzącą zgłoszenia celowego użycia w procesach pracy czynników biologicznych z grup 2–4 zagrożenia zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 11 grudnia 2020 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. **Wyniki:** Obecnie w KRCB zgromadzono 712 zgłoszeń użycia czynników biologicznych, w tym 62% w celach diagnostycznych, 31% – naukowo-badawczych i 7% – przemysłowych. Zgłoszenia najczęściej przysyłały kliniczno-diagnostyczne laboratoria przyszpitalne i inne niż przyszpitalne (po 33%) oraz laboratoria działające w szkołach wyższych i jednostkach naukowo-badawczych (16%). Ogółem liczba narażonych pracowników wynosiła 7352, w tym 88% kobiet i 12% mężczyzn. Czynniki z 2 i 3 grup zagrożenia stosowało, odpowiednio, 98% i 16% zakładów. Najczęściej celowo używano bakterii *Escherichia coli* (z wyjątkiem szczepów niepatogennych), na które były narażone 5972 osoby (81%), *Staphylococcus aureus* – 5760 (78%) i *Pseudomonas aeruginosa* – 5155 (70%). Wśród pracowników zgłoszonych do KRCB blisko 25% było narażonych na co najmniej 1 z czynników biologicznych kancerogennych dla człowieka, w tym wirusy [wirus zapalenia wątroby typu B (1800 osób, 24%) i typu C (1767, 24%)], ludzki wirus niedoboru odporności typu 1 (1557, 21%), ludzki gammaherpeswirus typu 4 (wirus Epsteina-Barr) (199, 3%), *Papillomaviridae* (52, <1%), ludzki gammaherpeswirus typu 8 (16, <1%), ludzki wirus T-limfotropowy typu 1 (38, <1%)], bakterie [*Helicobacter pylori* (299, 4%)] i pasożyt [*Schistosoma haematobium* (9, <1%)]. **Wnioski:** Celowo stosowane czynniki biologiczne najczęściej stanowią zagrożenie dla pracowników laboratoriów kliniczno-diagnostycznych, ale wyższe ryzyko zdrowotne dotyczy pracowników laboratoriów badawczo-rozwojowych. Med Pr Work Health Saf. 2023;74(6):501–11.

Słowa kluczowe: szkodliwe czynniki biologiczne, celowe użycie czynników biologicznych, zagrożenie biologiczne, zamierzone czynności z czynnikami biologicznymi, narażenie zawodowe na czynniki biologiczne, zarządzanie ryzykiem biologicznym

ABSTRACT

Background: The work presents the intentional use of harmful biological agents based on National Register of Biological Agents (Krajowego Rejestru Czynniki Biologicznych – KRCB) collected by June 2023. **Material and Methods:** The KRCB is a central database gathering notifications of the intentional use of biological agents in risk groups 2–4 in the workplace in accordance with the regulation of the Minister of Health of December 11, 2020 amending the regulation regarding biological agents. **Results:** Notifications were sent by 712 enterprises for: diagnostic – 62%, research – 31% and industrial purposes – 7%. Notifications were most often sent by hospital and non-hospital clinical and diagnostic laboratories (33% each group) and higher education and research units – 16%. In total, 7352 workers (88% women, 12% men) were exposed to biological agents intentionally used at work. Biological agents from 2 and 3 group risk were used by 98% and 16% enterprises, respectively. The most frequently were used bacteria *Escherichia coli* (with the exception of non-pathogenic strains) – 5972 (81%) exposed workers, *Staphylococcus aureus* – respectively 5760

Finansowanie / Funding: praca sfinansowana przez Ministra Zdrowia ze środków Narodowego Programu Zdrowia na lata 2021–2025 (umowa nr 6/15/85195/NPZ/2021/312/1188 pt. „Prowadzenie baz danych dotyczących występowania czynników rakotwórczych i mutagennych w miejscu pracy, Centralnego Rejestru Chorób Zawodowych oraz Krajowego Rejestru Czynniki Biologicznych”, koordynator zadania: prof. Joanna Jurewicz).

(78%) and *Pseudomonas aeruginosa* – 5155 (70%). Among the total workers, nearly 25% were exposed to at least 1 biological agent carcinogenic to humans, including viruses (hepatitis B virus [HBV] – 1800 workers, 24%; hepatitis C virus [HCV] – respectively, 1767, 24%; human immunodeficiency virus-1 [HIV-1] – 1557, 21%; human gammaherpesvirus type 4 (Epstein-Barr virus) – 199, 3%; *Papillomaviridae* – 52, <1%; human gammaherpesvirus type 8 [HHV-8] – 16, <1%; human T-lymphotropic virus type 1 [HTLV-1] – 38, <1%; bacteria *Helicobacter pylori* – 299, 4%; parasites *Schistosoma haematobium* – 9, <1%). **Conclusions:** Intentionally used biological agents most often pose a threat to workers of hospital and non-hospital clinical and diagnostic laboratories, but a higher health risk concerns workers of and higher education and research units. *Med Pr Work Health Saf.* 2023;74(6):501–11.

Key words: harmful biological agents, intentional use of biological agents, biohazard, deliberate activities with biological agents, occupational exposure to biological agents, biorisk management

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Anna Kozajda, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Zakład Bezpieczeństwa Chemicznego, Pracownia Bezpieczeństwa Biologicznego, Łódź, ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: anna.kozajda@imp.lodz.pl

Nadesłano: 26 września 2023, zatwierdzono: 6 listopada 2023

WSTĘP

Zarządzanie bezpieczeństwem biologicznym w zakładach pracy stosujących czynniki biologiczne w celach diagnostycznych, naukowo-badawczych lub przemysłowych obejmuje 2 równoważne obszary. Pierwszy dotyczy działań podejmowanych w celu zabezpieczenia przed niekontrolowanym wyciekiem czynnika biologicznego poza laboratorium (*biosecurity*). Drugi obejmuje zapewnienie bezpieczeństwa pracownikom poprzez działania minimalizujące ryzyko zakażenia podczas wykonywania czynności w kontakcie ze szkodliwym czynnikiem biologicznym (*biosafety*) [1].

Zawodowe narażenie na szkodliwe czynniki biologiczne może mieć dwojaki charakter, niezamierzony lub celowy, przy czym obydwa rodzaje ekspozycji mogą współwystępować [2,3]. Niezamierzone narażenie wynika z obecności w środowisku pracy źródła czynników biologicznych, takiego jak pacjent, chore zwierzę, materiał biologiczny, odpady i ścieki komunalne itd. W takiej sytuacji pracownik ma świadomość, że jest narażony na czynniki biologiczne, ale nie wie, z jakimi gatunkami/szczepami ma kontakt w określonym czasie, a ewentualne skutki zdrowotne mogą być nieprzewidywalne [2,3].

Drugi rodzaj narażenia dotyczy celowego użycia czynnika biologicznego, co ma miejsce w laboratoriach naukowo-badawczych lub zakładach biotechnologicznych, ale też w diagnostycznych laboratoriach mikrobiologicznych. Pracownik wykonujący czynności w kontakcie z czynnikiem biologicznym stosowanym w sposób celowy dysponuje szczegółową wiedzą o przynależności gatunkowej szczepu, z którym pracuje, i o jego właściwościach chorobotwórczych [2,3]. Zawodowe narażenie wynikające z celowego użycia dotyczy pracowników zaangażowanych w badania i rozwój, nauczanie, wykonujących prace mikrobiologiczne

lub diagnostyczne bądź prace w pomieszczeniach izolacyjnych dla chorych ludzi lub zwierząt, oraz zatrudnionych przy prowadzeniu procesów biotechnologicznych w skali przemysłowej [1,3].

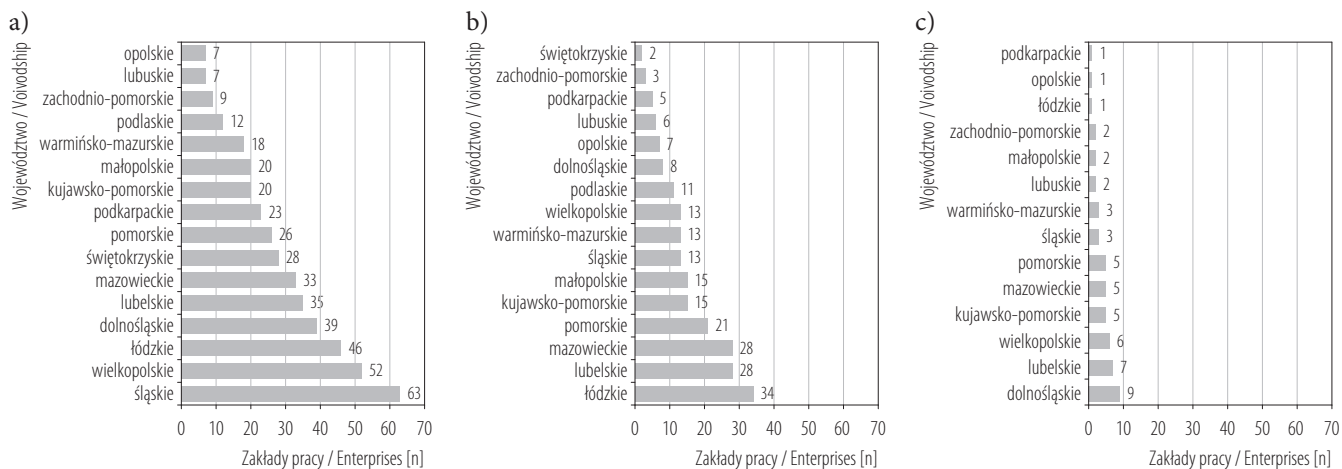
W Polsce funkcjonuje system nadzoru higienicznego nad warunkami pracy sprawowany przez Państwową Inspekcję Sanitarną (PIS) [4]. W odniesieniu do zawodowej ekspozycji na szkodliwe czynniki biologiczne pracodawcy mają obowiązek zgłoszenia do PIS zamierzenia celowego użycia takiego czynnika co najmniej 30 dni przed jego pierwszym użyciem oraz po dokonaniu zmian, które mają znaczenie dla bezpieczeństwa i zdrowia pracownika, a także w przypadku awarii lub wypadku, które mogły spowodować uwolnienie się takiego czynnika [5].

Zgłoszenia celowego użycia szkodliwego czynnika biologicznego w procesie pracy, które pracodawcy przekazują do właściwej terytorialnie stacji sanitarno-epidemiologicznej, są gromadzone w Krajowym Rejestrze Czynników Biologicznych (KRCB). Rejestr ten został utworzony w 2005 r. podczas implementacji do polskiego prawa przepisów Unii Europejskiej (UE) [6] regulujących kwestie ochrony pracowników przed szkodliwym wpływem czynników biologicznych obecnych w środowisku pracy. Od 2016 r. KRCB funkcjonuje jako zadanie Narodowego Programu Zdrowia [7,8].

Głównym celem niniejszej pracy jest prezentacja analizy danych dotyczących użycia szkodliwych czynników biologicznych w celach przemysłowych, diagnostycznych i naukowo-badawczych w zakładach pracy w Polsce na podstawie zasobów KRCB według stanu na 30 czerwca 2023 r.

MATERIAŁ I METODY

System rejestracji, którego szczegółowy opis opublikowano wcześniej [9], nadal funkcjonuje w niezmienionej



Rycina 1. Cel użycia czynników biologicznych w zakładach pracy (N = 712) według województw w Polsce: a) diagnostyczne (N = 438), b) naukowo-badawcze (N = 222) i c) przemysłowe (N = 52)

Figure 1. Purpose of using biological agents in enterprises (N = 712) in Poland by voivodships: a) diagnostic (N = 438), b) scientific and research (N = 222), and c) industrial (N = 52)

formule. Analizę danych zgromadzonych w KRCB przeprowadzono na podstawie sumy zakładów pracy stosujących w sposób celowy szkodliwe czynniki biologiczne (N = 712) i pracowników ekspozowanych podczas wykonywania pracy na te czynniki (N = 7352). Strukturę zakładów pracy i pracowników przedstawiono w formie tabelarycznej lub graficznej według:

- celu użycia szkodliwego czynnika biologicznego,
- rodzaju i grupy zagrożenia szkodliwego czynnika biologicznego [5],
- rodzaju prowadzonej działalności gospodarczej (Polska Klasyfikacja Działalności – PKD [10]),
- województwa,
- płci pracowników.

Dane przedstawiono, stosując liczby bezwzględne i wartości procentowe, obliczane w odniesieniu do sumy danych w określonej kategorii lub wartości ogółem (szczegółowe wyjaśnienie podano przy każdej tabeli).

Wyniki zostały przedstawione w podziale na następujące grupy zagrożenia:

- grupa 2: zagrożenia oznacza czynniki biologiczne, które mogą wywoływać choroby u ludzi. Są one potencjalnie niebezpieczne dla pracowników, ale ich rozprzestrzenienie w populacji ludzkiej jest mało prawdopodobne. Zazwyczaj dostępne są skuteczne metody profilaktyki lub leczenia spowodowanych przez nie zakażeń;
- grupa 3: zagrożenia oznacza czynniki biologiczne, które mogą wywoływać u ludzi ciężkie choroby. Są one niebezpieczne dla pracowników, a ich rozprzestrzenienie w populacji ludzkiej jest bardzo prawdopodobne. Zazwyczaj dostępne są skuteczne

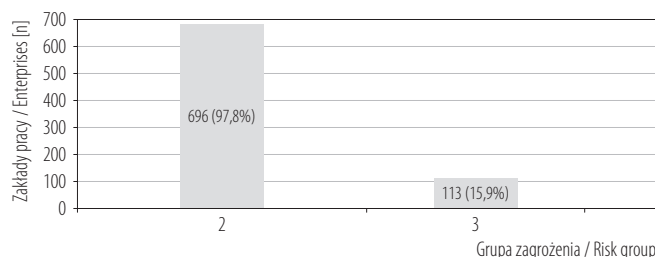
metody profilaktyki lub leczenia spowodowanych przez nie zakażeń.

Wszystkie zestawienia danych przygotowano według stanu aktualnego, ponieważ specyfika KRCB umożliwia prezentację zmian, jakie zachodziły w poprzednich latach funkcjonowania rejestru. Szczegółowe wyjaśnienie zawarto w poprzednim raporcie prezentującym dane zgromadzone w KRCB w 2020 r. [9].

WYNIKI

Szkodliwe czynniki biologiczne były stosowane w sposób zamierzony w procesach pracy w Polsce głównie w celach diagnostycznych (N = 438, 62%) i naukowo-badawczych (N = 222, 31%), a zdecydowanie rzadziej w celach przemysłowych (N = 52, 7,0%) (rycina 1). Rozkład liczbowy zakładów stosujących czynniki biologiczne w tych 3 celach różnił się pomiędzy poszczególnymi województwami (rycina 1). Czynniki biologiczne w celach diagnostycznych najwięcej zakładów pracy stosowało w woj. śląskim, wielkopolskim i łódzkim (odpowiednio, 63, 52 i 46); w celach naukowo-badawczych – w woj. łódzkim, lubelskim i mazowieckim (odpowiednio, 34, 28 i 28), a w celach przemysłowych – w woj. dolnośląskim, lubelskim i wielkopolskim (odpowiednio, 9, 7 i 6).

Zgodnie ze zgromadzonymi w KRCB zgłoszeniami w Polsce celowo stosowano czynniki z grup zagrożenia 2 i 3 (rycina 2). Nadal nie zgłoszono zamierzenia użycia szkodliwego czynnika biologicznego sklasyfikowanego w grupie 4 zagrożenia. W procesach pracy stosowano wszystkie rodzaje czynników biologicznych: bakterie,



Grupa zagrożenia 2 – czynniki biologiczne, które mogą wywoływać choroby u ludzi. Są potencjalnie niebezpieczne dla pracowników, ale rozprzestrzenienie ich w populacji ludzkiej jest mało prawdopodobne. Istnieją zazwyczaj skuteczne metody profilaktyki lub leczenia spowodowanych przez nie zakażeń / Risk group 2 – biological agents that may cause human disease. They might be hazardous to workers but it is unlikely to spread to the community. There is usually available effective prophylaxis or treatment of infections caused by them.

Grupa zagrożenia 3 – czynniki biologiczne, które mogą wywoływać u ludzi ciężkie choroby. Są niebezpieczne dla pracowników, a rozprzestrzenienie ich w populacji ludzkiej jest bardzo prawdopodobne. Istnieją zazwyczaj skuteczne metody profilaktyki lub leczenia spowodowanych przez nie zakażeń / Risk group 3 – biological agents that may cause severe human disease. They present a serious hazard to workers and may present a risk of spreading to the community. There is usually available effective prophylaxis or treatment of infections caused by them.

Rycina 2. Zakłady pracy celowo stosujące czynniki biologiczne (N = 712) w Polsce w czerwcu 2023 r. według grup zagrożenia
Figure 2. Enterprises intentionally using biological agent (N = 712) in Poland, in June 2023, by risk groups

wirusy, grzyby i pasożyty wewnętrzne, przy czym pasożyty były używane sporadycznie.

Analiza czynników biologicznych zaklasyfikowanych do grupy 2 zagrożenia wykazała, że najczęściej pracowników było narażonych na szkodliwe działanie bakterii z gatunków *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i *Pseudomonas aeruginosa*. W narażeniu na każdy z tych gatunków bakterii pracowało >70% wszystkich pracowników zgłoszonych do KRCB. Wirusy i grzyby stosowano w procesach pracy zdecydowanie rzadziej. W kontakcie z najczęściej stosowanym gatunkiem grzyba, *Candida albicans*, pracowało blisko 1/3 (33%) ogółu narażonych zarejestrowanych w KRCB. Wśród wirusów najczęstszym czynnikiem narażenia był ludzki betaherpeswirus typu 5 (CMV), na który było ekspozycjonowanych nieco >18% pracowników zgłoszonych do KRCB.

Czynniki stwarzające poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi sklasyfikowane w grupie 3 zagrożenia stanowiły czynnik narażenia zawodowego wśród osób zgłoszonych do KRCB zdecydowanie rzadziej. Z grupy bakterii najczęściej (blisko 20%) osób pracowało w kontakcie z prątkami gruźlicy (*Mycobacterium tuberculosis*). Wśród wirusów z grupy 3 zagrożenia należy odnotować dość częste użycie wirusów wirusowego zapalenia wątroby (WZW) typu B i typu C oraz ludzkiego wirusa niedoboru odporności typu 1 (*human immunodeficiency virus-1* – HIV-1), na które było narażonych, odpowiednio, 27%, 26% i 23% zgłoszonych do KRCB.

Szczegółowe dane liczbowe dotyczące celowo używanych czynników biologicznych w zakładach pracy w Polsce, na które jest narażonych najwięcej pracowników zgłoszonych do KRCB, przedstawiono w tabeli 1.

Zakłady pracy, w których celowo stosowano szkodliwe czynniki biologiczne, to głównie kliniczne laboratoria diagnostyczne funkcjonujące w strukturach szpitalnych (34%) i działające przy innych placówkach ochrony zdrowia lub niepubliczne (27%). Istotny odsetek stanowiły też laboratoria mikrobiologiczne funkcjonujące w ramach szkół wyższych i jednostek naukowo-badawczych, których udział w ogólnej puli zakładów pracy zgłoszonych do KRCB wynosił 31%. Dane graficzne dotyczące struktury zakładów pod względem rodzaju prowadzonej działalności gospodarczej przedstawiono na rycinie 3.

Podobnie wygląda rozkład liczby pracowników ekspozycjonowanych na celowo stosowane czynniki biologiczne (tabela 2). Największy odsetek osób narażonych jest zatrudniony w diagnostycznych laboratoriach przyszpitalnych (kod PKD 86.10 Działalność szpitali) i w szkołach wyższych (kod PKD 85.42 Zakłady kształcenia nauczycieli, kolegia pracowników służb społecznych oraz szkoły wyższe) – odpowiednio, 34% i 22%. Bez względu na rodzaj prowadzonej działalności zdecydowaną większość (88%) pracowników zgłoszonych do KRCB jako ekspozycjonowanych na celowo stosowane czynniki biologiczne stanowiły kobiety. Dane wprowadzone do KRCB umożliwiają analizę struktury zakładów pracy według grup zagrożenia celowo stosowanych czynników biologicznych w poszczególnych rodzajach prowadzonej działalności (tabela 3). Zgodnie z przewidywaniami czynniki z grupy zarówno 2, jak i 3 zagrożenia są najczęściej stosowane w przyszpitalnych laboratoriach diagnostycznych (kod PKD 86.10) – odpowiednio, 32% i 4%.

Do KRCB zgłoszono celowe użycie 9 czynników biologicznych zaklasyfikowanych przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer – IARC) jako czynniki rakotwórcze dla ludzi [11]. Biorąc pod uwagę zagrożenie infekcyjne dla człowieka, 5 rodzajów czynników należy do grupy 2 zagrożenia, natomiast pozostałe 4 do grupy 3 zagrożenia. Zgodnie z danymi przedstawionymi w tabeli 4 najwięcej osób jest narażonych na rakotwórcze wirusy WZW typu B i typu C oraz HIV-1 (odpowiednio, 1800, 1767 i 1557 pracowników zatrudnionych w, odpowiednio, 27, 26 i 20 zakładach pracy). Z danych tych wynika, że niemal co 4 pracownik zgłoszony do KRCB wykonuje czynności zawodowe w narażeniu na co najmniej 1 z tych wirusów.

Tabela 1. Pracownicy narażeni na najczęściej używane czynniki biologiczne w Polsce w czerwcu 2023 r.
Table 1. Workers exposed to the most commonly used biological agents in Poland, June 2023

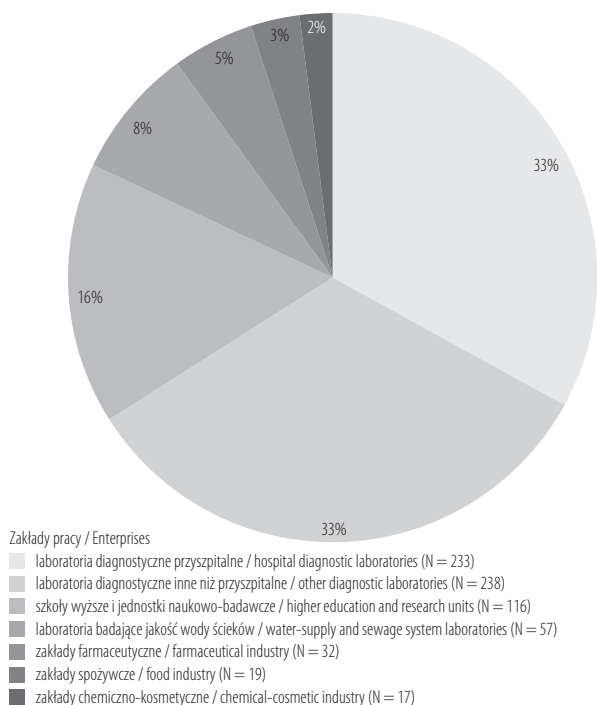
Czynnik biologiczny Biological agent	Narażeni pracownicy Exposed workers (N = 7352)		Czynnik biologiczny Biological agent	Narażeni pracownicy Exposed workers (N = 7352)	
	n	%		n	%
Grupa zagrożenia 2 ^a / Risk group 2 ^a			Grupa zagrożenia 2 ^a / Risk group 2 ^a – cd.		
bakterie / bacteria			wirusy / viruses		
<i>Escherichia coli</i> (z wyjątkiem szczepów niepatogennych) / <i>Escherichia coli</i> (except for non-pathogenic strains)	5972	81,2	ludzki betaherpeswirus typu 5 (wirus cytomegalii) / cytomegalovirus (CMV)	1369	18,6
<i>Staphylococcus aureus</i>	5760	78,3	pasożyty / parasites		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5155	70,1	<i>Toxocara canis</i>	297	4,0
<i>Enterococcus</i> spp.	4060	55,2	<i>Toxoplasma gondii</i>	277	3,8
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2912	39,6	grzyby / fungi		
<i>Salmonella Enteritidis</i>	2147	29,2	<i>Candida albicans</i>	2417	32,9
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	2074	28,2	<i>Aspergillus fumigatus</i>	585	8,0
<i>Salmonella typhimurium</i>	1971	26,8	Grupa zagrożenia 3 ^b / Risk group 3 ^b		
<i>Bacillus subtilis</i>	1800	24,5	bakterie / bacteria		
<i>Haemophilus influenzae</i>	1759	23,9	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	1450	19,7
<i>Clostridium perfringens</i>	1704	23,2	<i>Escherichia coli</i> , szczepy werocytotoksyczne lub enterotoksyczne ^c / <i>Escherichia coli</i> verocytotoxigenic or enterotoxigenic strains ^c	546	7,4
<i>Proteus mirabilis</i>	1630	22,2	<i>Salmonella Typhi</i> ^c	344	4,7
<i>Listeria monocytogenes</i>	1460	19,9	<i>Shigella dysenteriae</i> (typ 1) ^c / <i>Shigella dysenteriae</i> (type 1) ^c	97	1,3
<i>Clostridium tetani</i>	1358	18,5	wirusy / viruses		
<i>Proteus vulgaris</i>	1339	18,2	wirus zapalenia wątroby typu B ^c / hepatitis B virus (HBV) ^c	1988	27,0
<i>Shigella sonnei</i>	1267	17,2	wirus zapalenia wątroby typu C ^c / hepatitis C virus (HCV) ^c	1951	26,5
<i>Enterobacter aerogenes/cloacae</i>	1266	17,2	ludzki wirus niedoboru odporności typu 1 ^c / human immunodeficiency virus-1 (HIV-1) ^c	1716	23,3
<i>Salmonella</i> (inne serotypy) / <i>Salmonella</i> (other serovars)	1242	16,9	wirus kleszczowego zapalenia mózgu wariant ^c / tick-borne encephalitis virus (variant) (TBEV) ^c	123	1,7
<i>Bordetella pertussis</i>	1193	16,2	wirus wścieklizny ^c / rabies virus (RABV) ^c	96	1,3
<i>Streptococcus</i> spp.	1043	14,2	wirus zapalenia wątroby typu G ^c / hepatitis G virus (HGV) ^c	65	0,9
<i>Shigella flexneri</i>	996	13,5	koronawirus zespołu ostrej niewydolności oddechowej 2 / severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2)	56	0,8
<i>Clostridium</i> spp.	980	13,3	ludzki wirus T-limfotropowy typu 1 ^c / human T-lymphotropic virus type 1 (HTLV-1) ^c	51	0,7
<i>Enterobacter</i> spp.	945	12,9	pasożyty / parasites		
<i>Yersinia enterocolitica</i>	886	12,1	<i>Echinococcus multilocularis</i> ^c	34	0,5
<i>Klebsiella oxytoca</i>	855	11,6			
<i>Campylobacter jejuni</i>	832	11,3			
<i>Streptococcus pyogenes</i>	813	11,1			
<i>Klebsiella</i> spp.	749	10,2			
<i>Rhodococcus hoagii</i> (<i>Corynebacterium equi</i>)	712	9,7			
<i>Legionella pneumophila</i>	702	9,5			
<i>Salmonella Paratyphi</i> A, B, C	578	7,9			
<i>Campylobacter</i> spp.	551	7,5			
<i>Listeria ivanovii</i>	542	7,4			

^a Czynniki biologiczne z 2 grupy zagrożenia [14], na które jest narażonych co najmniej 500 osób / The biological agents of risk group 2 that at least 500 workers are exposed.

^b Czynniki biologiczne z 3 grupy zagrożenia [14], na które jest narażonych co najmniej 50 osób / Biological agents of risk group 3 to which at least 50 workers are exposed.

^c Czynniki, które nie przenoszą się drogą oddechową, więc stanowią mniejsze zagrożenie dla narażonych pracowników (grupa zagrożenia 3**) [14] / Agents, which may present a limited risk of infection for workers because they are not normally infectious by the airborne route (3** group of risk) [14].

Inne objaśnienia jak na rycinie 2 / Other explanations as in Figure 2.



Rycina 3. Zakłady zgłaszające celowe użycie czynników biologicznych (N = 712) w Polsce w czerwcu 2023 r. według rodzaju prowadzonej działalności
Figure 3. Enterprises intentionally using biological agent (N = 712) in Poland, in June 2023, by type of activities

Warto odnotować, że bakterie z gatunku *Helicobacter pylorii* stanowią czynnik narażenia przy jego celowym użyciu dla 4% ogółu pracowników zgłoszonych do KRCB, przy czym osoby te są zatrudnione ogółem w 17 zakładach pracy. Na pozostałe kancerogenne czynniki biologiczne ogółem jest narażonych 314 osób, co stanowi 4% pracowników zgłoszonych do KRCB. Czynniki biologiczne o działaniu kancerogennym dla ludzi są celowo używane w procesach pracy głównie w jednostkach badawczo-naukowych i szkołach wyższych.

W skali Polski tylko 9 osób (<1%) zatrudnionych w 2 zakładach pracy wykonuje pracę w narażeniu na kancerogeny dla człowieka gatunek endopasożyta *Schistosoma haematobium* (przywrę krwi).

OMÓWIENIE

Gromadzenie w KRCB danych o celowym narażeniu na szkodliwe czynniki biologiczne w zakładach pracy w Polsce na szczeblu centralnym jest ważnym ogniwem systemu nadzoru nad tymi zakładami. System ten usprawnia działania nadzоровe PIS nad stanem higieny w tych zakładach, dając możliwość szybkiego porównania stanu rzeczywistego z planem zakładanym przez pracodawcę. Szczególnie istotny element to porównanie

wdrożonych przez pracodawcę środków ochronnych z planowanymi działaniami profilaktycznymi uwzględnionymi w uprzednio przesłanym zgłoszeniu o zamierzeniu użycia czynnika biologicznego w procesie pracy.

Niniejsza analiza danych odnosi się do stanu obecnego – z uwagi na swoiste uwarunkowania tego rejestru zrezygnowano ze szczegółowej analizy dynamiki zmian w czasie. W ciągu 3 lat, jakie upłynęły od poprzedniej analizy (sierpień 2020 r. – lipiec 2023 r.), bezwzględna liczba zakładów wzrosła o 40 (z 672 do 712), a liczba pracowników – o 275 (z 7077 do 7352). Struktura zakładów pracy nie uległa zmianom – w każdej z grup rodzajów prowadzonej działalności w okresie ostatnich 3 lat zwiększyła się liczba zakładów pracy, ale rozkład odsetkowy pozostał na jednakowym poziomie. Na przestrzeni tych 3 lat różnice w wartości odsetka zakładów z każdego rodzaju prowadzonej działalności sięgnęły tylko 1%. W tym samym czasie wprowadzono natomiast aż 661 zmian w zgłoszeniach od zakładów pracy, który już były wprowadzone do rejestru oraz 13 zgłoszeń zaprzestania celowego użycia czynników biologicznych. Wynika to z obowiązku dokonywania przez pracodawcę ponownego zgłoszenia dla każdej zmiany, która ma znaczenie dla bezpieczeństwa i zdrowia pracownika w miejscu pracy [5]. Aktualizacje zgłoszeń polegały na zgłoszeniu zamiaru użycia innych od poprzednio zgłaszanych czynników biologicznych, zmianach w strukturze organizacyjnej zakładu i liczbie pracowników oraz wdrożeniu kolejnych środków profilaktycznych.

Szkodliwe czynniki biologiczne są stosowane w procesach pracy w Polsce głównie w celach diagnostycznych lub naukowo-badawczych. Odsetki zakładów pracy stosujących czynniki biologiczne w poszczególnych celach użycia (diagnostycznym, naukowo-badawczym lub przemysłowym) pozostały na niezmiennym poziomie od 2020 r. [9].

Szkodliwe czynniki biologiczne stosowane w celach diagnostycznych to szczepy wzorcowe (referencyjne) używane najczęściej do kontroli pożywek hodowlanych wykorzystywanych w diagnostyce mikrobiologicznej wykonywanej w różnego typu mediach (materiał biologiczny ludzki lub zwierzęcy, woda, kosmetyki, farmaceutyki, produkty spożywcze itd.). W Polsce funkcjonują liczne laboratoria, w tym kliniczne, badania jakości wody, żywności, kosmetyków itd., stąd wynika powszechność użycia czynnika biologicznego w celach diagnostycznych.

Cele naukowo-badawcze wiążą się z prowadzeniem badań naukowych oraz użyciem czynników biologicz-

Tabela 2. Pracownicy narażeni na celowo stosowane czynniki biologiczne w Polsce w czerwcu 2023 r. według płci i działów Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD) [10]

Table 2. Workers exposed to intentionally used biological agents in Poland, June 2023, by sex and Statistical Classification of Economic Activities in the European Community (Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne – NACE) sections and divisions [18]

PKD NACE	Narażeni pracownicy Exposed workers (N = 7352)					
	kobiety female (N = 6444, 88%)		mężczyźni male (N = 908, 12%)		ogółem total	
	n	% ^a	n	% ^a	n	% ^a
86.10 Działalność szpitali / Hospital activities	2338	31,80	157	2,14	2495	33,94
85.42 Zakłady kształcenia nauczycieli, kolegia pracowników służb społecznych oraz szkoły wyższe / Tertiary education	1198	16,29	422	5,74	1620	22,03
84.12 Kierowanie w zakresie działalności związanej z ochroną zdrowia, edukacją, kulturą oraz pozostałymi usługami społecznymi, z wyłączeniem zabezpieczeń społecznych / Regulation of the activities of providing health care, education, cultural services and other social services, excluding social security	863	11,74	38	0,52	901	12,26
86.90 Pozostała działalność w zakresie opieki zdrowotnej / Other human health activities	531	7,22	41	0,56	572	7,78
72.19 Badania naukowe i prace rozwojowe w dziedzinie pozostałych nauk przyrodniczych i technicznych / Other research and experimental development on natural sciences and engineering	306	4,16	84	1,14	390	5,30
72.11 Badania naukowe i prace rozwojowe w dziedzinie biotechnologii / Research and experimental development in biotechnology	172	2,34	44	0,60	216	2,94
71.20 Badania i analizy techniczne / Technical testing and analysis	171	2,33	20	0,27	191	2,60
84.13 Kierowanie w zakresie efektywności gospodarowania / Regulation of and contribution to more efficient operation of businesses	159	2,16	14	0,19	173	2,35
36.00 Pobór, uzdatnianie i dostarczanie wody / Water collection, treatment and supply	145	1,97	9	0,12	154	2,09
21.20 Produkcja leków i pozostałych wyrobów farmaceutycznych / Manufacture of pharmaceutical preparations	130	1,77	16	0,22	146	1,99
Inne działy PKD / Other NACE activities	431	5,86	63	0,86	494	6,72

^a Odsetek liczony w odniesieniu do ogólnej liczby narażonych pracowników / Percentage counted related to the total number of exposed workers.

nych w celach dydaktycznych w szkołach wyższych i jednostkach naukowo-badawczych, a także do prac badawczo-rozwojowych w przedsiębiorstwach należących do aktywnie rozwijającej się w Polsce branży biotechnologicznej [12].

Cele przemysłowe dotyczą najczęściej przedsiębiorstw wytwarzających mikrobiologiczne podłoża hodowlane, a także m.in. zakładów spożywczych. Niewielki odsetek zakładów zgłaszających użycie w celach przemysłowych, wynoszący tylko 7%, nie oznacza jednak, że w Polsce nie ma tego typu narażenia w zakładach przemysłowych. Zazwyczaj badania mikrobiologiczne są prowadzone w celu kontroli jakości produktu lub monitoringu czystości środowiska wytwarzania, co powoduje, że w zgłoszeniach użycia czynnika biologicznego

pracodawcy zaznaczają cel diagnostyczny zamiast przemysłowego. Wynika to z braku sprecyzowanych kryteriów dla poszczególnych celów użycia czynnika biologicznego w rozporządzeniu Ministra Zdrowia 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 [5].

W Polsce nie ma obowiązku występowania o zgodę do właściwych organów na celowe użycie szkodliwego czynnika biologicznego, co jest zgodne z przepisami obowiązującymi w UE [6]. Obowiązek uzyskania takiego pozwolenia dotyczy wyłącznie sytuacji, kiedy celowe użycie czynnika biologicznego dotyczy mikroorganizmu genetycznie modyfikowanego (*genetically*

Tabela 3. Zakłady pracy stosujące czynniki biologiczne w Polsce w czerwcu 2023 r. według grup zagrożenia i działów Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD) [10]

Table 3. Enterprises using biological agents in Poland, June 2023, by risk groups and Statistical Classification of Economic Activities in the European Community (Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne – NACE) sections and divisions [18]

PKD NACE	Zakłady pracy Enterprises (N = 712)			
	grupa zagrożenia 2 risk group 2 (N = 696)		grupa zagrożenia 3 risk group 3 (N = 113)	
	n	%	n	%
86.10 Działalność szpitali / Hospital activities	228	32,02	32	4,49
84.12 Kierowanie w zakresie działalności związanej z ochroną zdrowia, edukacja, kultura oraz pozostałymi usługami społecznymi, z wyłączeniem zabezpieczeń społecznych / Regulation of the activities of providing health care, education, cultural services and other social services, excluding social security	84	11,80	30	4,21
86.90 Pozostała działalność w zakresie opieki zdrowotnej / Other human health activities	75	10,53	13	1,83
85.42 Zakłady kształcenia nauczycieli, kolegia pracowników służb społecznych oraz szkoły wyższe / Tertiary education	61	8,57	15	2,11
36.00 Pobór, uzdatnianie i dostarczanie wody / Water collection, treatment and supply	37	5,20	0	0,00
72.19 Badania naukowe i prace rozwojowe w dziedzinie pozostałych nauk przyrodniczych i technicznych / Other research and experimental development on natural sciences and engineering	31	4,35	7	0,98
71.20 Badania i analizy techniczne / Technical testing and analysis	30	4,21	2	0,28
21.20 Produkcja leków i pozostałych wyrobów farmaceutycznych / Manufacture of pharmaceutical preparations	28	3,93	1	0,14
72.11 Badania naukowe i prace rozwojowe w dziedzinie biotechnologii / Research and experimental development in biotechnology	15	2,11	3	0,42
37.00 Odprowadzanie i oczyszczanie ścieków / Sewerage	15	2,11	0	0,00
84.13 Kierowanie w zakresie efektywności gospodarowania / Regulation of and contribution to more efficient operations of businesses	11	1,54	5	0,70
Inne działy PKD / Other NACE activities	81	11,38	5	0,70

Objaśnienia jak na rycinie 2 / Explanations as in Figure 2.

modified micro-organism – co wynika z odrębnych przepisów [13]. Nie oznacza to jednak braku monitoringu nad stosowaniem szkodliwych czynników biologicznych w procesach pracy. Zgodnie z prawem w sytuacji zamierzenia użycia czynnika biologicznego zaklasyfikowanego do grup 2–4 zagrożenia co najmniej 30 dni przed dniem użycia po raz pierwszy pracodawca ma obowiązek zgłoszenia tego do właściwego państwowego inspektora sanitarnego.

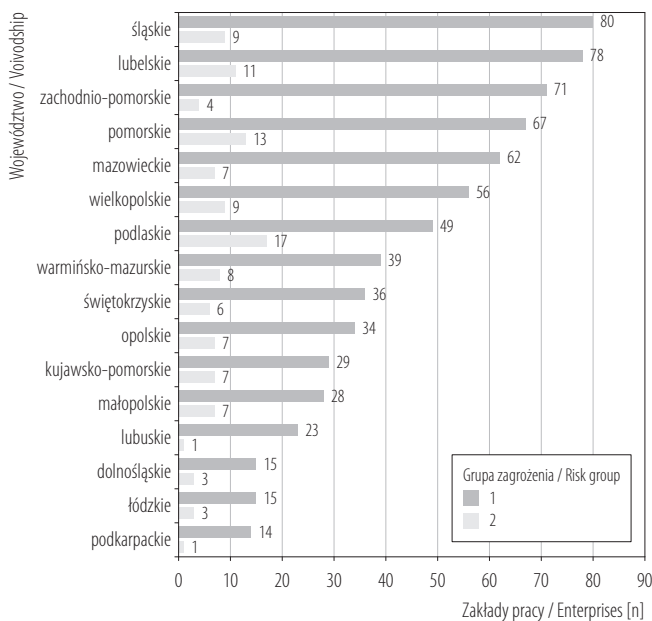
Przy prawidłowym wywiązaniu się pracodawcy z tego obowiązku 30-dniowy okres wyprzedzenia umożliwia przeprowadzenie kontroli warunków pracy przez uprawnionego i mającego odpowiednie kwalifikacje inspektora PIS. Obowiązek dokonania zgłoszenia zamierzenia celowego użycia szkodliwego czynnika biologicznego do właściwego organu ma na celu zobowiązanie pracodawcy do określenia i wdrożenia właściwych środków profilaktycznych, w tym środków hermetyczności [14].

Środki takie zapewniają bezpieczeństwo zdrowotne pracowników (*biosafety*). Należy jednak zauważyć, że środki chroniące zdrowie pracowników służą również zabezpieczeniu przed niekontrolowanym przedostaniem się czynników biologicznych celowo wykorzystywanych w zakładach pracy do środowiska (*biosecurity*) [2,3,15].

Anglojęzyczne terminy *biosecurity* i *biosafety* nie mają swoich odpowiedników w języku polskim, obydwa są tłumaczone jako „bezpieczeństwo biologiczne”, choć odnoszą się do różnych obszarów tego bezpieczeństwa. Należy odnotować, że w Polsce obowiązek dokonania zgłoszenia zamierzenia użycia szkodliwego czynnika biologicznego – pomimo braku konieczności uzyskania pozwolenia na takie działanie – skutkuje zapewnieniem bezpieczeństwa biologicznego zarówno w odniesieniu do zdrowia pracowników, jak i środowiska zewnętrznego. Formalne zgłoszenie o celowym użyciu szkodliwego czynnika biologicznego do organu sprawującego bezpośredni nadzór

sanitarny nad zakładem pracy wzmaga i skupia uwagę pracodawcy, kadry zarządzającej i specjalistów ds. bezpieczeństwa i higieny pracy na obowiązku zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego pracowników.

Czynniki biologiczne stosowane celowo w zakładach pracy w Polsce to bakterie, wirusy, grzyby i pasożyty wewnętrzne człowieka zaklasyfikowane do grup 2–4 zagrożenia w zależności od zagrożenia infekcyjnego, jakie stwarzają dla człowieka [14]. W KRCB zgromadzono zgłoszenia dotyczące użycia głównie czynników z grupy 2 zagrożenia, które zgodnie z definicją mogą wywoływać choroby u ludzi, mogą być niebezpieczne dla pracowników, ale rozprzestrzenianie ich w populacji ludzkiej jest mało prawdopodobne i zazwyczaj istnieje skuteczna profilaktyka lub leczenie [5]. Pracownicy narażeni podczas wykonywania czynności w kontakcie z czynnikiem biologicznym dysponują wiedzą nie tylko o tym, z jakim gatunkiem i szczepem pracują, ale także o jego właściwościach chorobotwórczych. O ile jednak wiedza ta ułatwia pracodawcy zapewnienie właściwych i skutecznych środków ochrony, o tyle wcale nie oznacza, że pracownicy zachowują większą uwagę i nie postępują rutynowo przy pracy. W tej kwestii świadomość pracownika, że



Objaśnienia jak na rycinie 2 / Explanations as in Figure 2.

Rycina 4. Zakłady zgłaszające użycie czynników biologicznych z poszczególnych grup zagrożenia (N = 712) w Polsce w czerwcu 2023 r. według województw

Figure 4. Enterprises intentionally using biological agents (N = 712) in Poland, June 2023, by risk groups and voivodships

Tabela 4. Kancerogenne czynniki biologiczne z grupy 1 [11] celowo używane w zakładach pracy w Polsce i narażenie pracowników w czerwcu 2023 r.

Table 4. Carcinogenic biological agents from carcinogenicity group 1 [11] intentionally used in enterprises in Poland and workers exposure, June 2023

Czynnik biologiczny ^a Biological agent ^a	Zakłady pracy Enterprises (N = 712)		Narażeni pracownicy Exposed workers (N = 7352)	
	n	%	n	%
Grupa 2 zagrożenia^b / Risk group 2^b				
<i>Helicobacter pylori</i> ^c	17	2,4	299	4,1
ludzki gammaherpeswirus typu 4 (wirus Epsteina-Barr) ^d / human gammaherpesvirus type 4 (Epstein-Barr virus) (EBV) ^d	11	1,5	199	2,7
<i>Papillomaviridae</i> / <i>Papillomaviridae</i>	6	0,8	52	0,7
ludzki gammaherpeswirus typu 8 / human gammaherpesvirus type 8 (HHV-8)	3	0,4	16	0,2
<i>Schistosoma haematobium</i> ^d	2	0,3	9	0,1
Grupa 3 zagrożenia^b / Risk group 3^b				
wirus zapalenia wątroby typu B ^{**d} / hepatitis B virus (HBV) ^{**d}	27	3,8	1800	24,5
wirus zapalenia wątroby typu C ^{**d} / hepatitis C virus (HCV) ^{**d}	26	3,7	1767	24,0
ludzki wirus niedoboru odporności typu 1 ^{***} / human immunodeficiency virus-1 (HIV-1) ^{***}	20	2,8	1557	21,2
ludzki wirus T-limfotropowy typu 1 ^{**d} / human T-lymphotropic virus type 1 (HTLV-1) ^{**d}	3	0,4	38	0,5

^a Według Międzynarodowej Agencji Badań nad Nowotworami [18]: grupa 1 – czynnik kancerogeny dla ludzi / Based on the International Agency for Research on Cancer (IARC) [18]: group 1 – agent carcinogenic to humans.

^b Według Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych (objaśnienia grup jak na rycinie 2) [6] / Based on the Ordinance of the Ministry of Health of 22 April 2005 regarding harmful biological agents (group explanations as in Figure 2) [6].

^c Przewlekła infekcja spowodowana tym czynnikiem jest kancerogenna dla ludzi [18] / Chronic infection with the agent carcinogenic to humans [18].

^d Czynniki kancerogenne dla ludzi [18] / Agents carcinogenic for human [18].

^e Infekcja spowodowana tym czynnikiem jest kancerogenna dla ludzi [18] / Infection with the agent carcinogenic to humans [18].

** Czynniki nie przenosi się drogą oddechową / Agent does not transfer by inhalation.

nad celowym użyciem jest sprawowany dodatkowo nadzór działa alarmująco, wzmagając jego czujność.

Klasyfikacja szkodliwych czynników biologicznych [14] została przygotowana na podstawie ich działania infekcyjnego wobec zdrowego człowieka, ale dodatkowo oznakowano te czynniki, które wykazują działanie alergiczne lub są zdolne do syntezy toksyn. Brak jest natomiast informacji o możliwym działaniu kancerogennym niektórych czynników uwzględnionych na tej liście. W KRCB są gromadzone dane wyłącznie w odniesieniu do czynników wymienionych w wykazie szkodliwych czynników biologicznych.

Zgłoszenia celowego użycia czynnika rakotwórczego dotyczą 5 rodzajów czynników z grupy 2 zagrożenia, w tym 1 gatunku bakterii (*Helicobacter pylorii*), 3 rodzajów wirusów (ludzki gammaherpeswirus typu 4 (wirus Epsteina-Barr), *Papillomaviridae*, ludzki gammaherpeswirus typu 8) i 1 gatunku endopasożyta będącego przywrą krwi (*Schistosoma haematobium*). Podobnie odnośnie do grupy 3 zagrożenia zgłoszono użycie 4 wirusów (WZW typu B i typu C, HIV-1 i ludzkiego wirusa limfotropowego komórek T typu 1), z których wszystkie stanowią ograniczone narażenie dla człowieka, ponieważ nie przenoszą się drogą oddechową (w klasyfikacji są oznakowane 2 gwiazdkami **).

Rozważenia wymaga kwestia konieczności wprowadzenia zmian prawnych w obszarze rejestracji zawodowego narażenia na czynniki biologiczne o działaniu kancerogennym na analogiczne do obowiązujących w odniesieniu do rakotwórczych czynników chemicznych [16]. Wprawdzie w Polsce prowadzony jest Centralny Rejestr Danych o Narażeniu na Substancje, Mieszaniny, Czynniki i Procesy Technologiczne o Działaniu Rakotwórczym lub Mutagennym, ale nie obejmuje on danych o zawodowym narażeniu na czynniki biologiczne [17]. Wyłącznym źródłem informacji o zakładach stosujących w sposób celowy w procesach pracy czynniki biologiczne o udowodnionym działaniu kancerogennym dla ludzi jest KRCB.

Trzeba tu jednak wyraźnie zaznaczyć, że dane o zawodowym narażeniu na kancerogenne czynniki biologiczne w odniesieniu wyłącznie do celowego użycia są fragmentaryczne, ponieważ nie odnoszą się do populacji pracowników narażonych w sposób niezamierzony. Szczególnie dotyczy to wirusów WZW typu B i typu C, na które jest narażona liczna grupa pracowników wielu grup zawodowych, przede wszystkim w sektorze opieki zdrowotnej, ale również w innych branżach, np. służbach mundurowych czy oczyszczalniach ścieków. Informacje o tak licznej populacji zawodowo ekspozowanej na kancerogeny umykają

systemowi rejestracji danych o narażeniu na czynniki rakotwórcze.

Pracownicy wykonujący czynności zawodowe w kontakcie ze szkodliwymi czynnikami biologicznymi są narażeni na wystąpienie skutków zdrowotnych ściśle związanych z rodzajem czynnika i jego właściwościami. Przede wszystkim należy wymienić infekcje dróg oddechowych, układu pokarmowego, skóry i paznokci (m.in. grzybice, ropnie), a także WZW typu C. Poza skutkami infekcyjnymi mogą wystąpić również alergie, szczególnie wskutek kontaktu z alergenami grzybów oraz zatrucia spowodowane m.in. bakteriami z rodzaju *S. aureus* lub *E. coli*, w tym szczepami werocyto- lub enterotoksycznymi.

Obowiązek zgłaszania celowego użycia czynnika biologicznego do PIS aktywuje zarówno pracodawcę do wdrażania środków profilaktycznych, jak i pracowników do ich stosowania. Podobny cel spełnia niniejszy raport, ponieważ uświadamia wszystkim zainteresowanym stronom, że zakłady pracy celowo stosujące czynniki biologiczne podlegają rejestracji na poziomie krajowym, co oznacza, że należą do grupy zakładów objętych szczególnym nadzorem sanitarno-higienicznym.

WNIOSKI

Zgłoszenia celowego użycia szkodliwego czynnika biologicznego zgromadzone w KRCB zostały przesłane przez 712 zakładów pracy, w których w warunkach narażenia na te czynniki było zatrudnionych 7352 pracowników.

Szkodliwe czynniki biologiczne są stosowane najczęściej w celach diagnostycznych, a najrzadziej w celach przemysłowych.

Czynniki biologiczne najczęściej celowo używane w procesach pracy to bakterie zaklasyfikowane w grupie 2 zagrożenia.

Pasożyty wewnętrzne człowieka to grupa szkodliwych czynników biologicznych najrzadziej stosowana w sposób celowy w zakładach pracy.

Ekspozycja na kancerogenne czynniki biologiczne stosowane w sposób celowy w procesach pracy dotyczy blisko 1/4 wszystkich pracowników zgłoszonych w KRCB.

Wkład autorów

Koncepcja badań: Anna Kozajda

Metodyka badań: Anna Kozajda

Zbieranie materiału: Emilia Miśkiewicz

Analiza statystyczna: Emilia Miśkiewicz

Interpretacja wyników: Anna Kozajda

Piśmiennictwo: Anna Kozajda

PIŚMIENNICTWO

1. World Health Organization [Internet]. WHO BioHub system biosafety and biosecurity: criteria and operational modalities. Geneva: World Health Organization. 2022 [cited 2023 May 18]. Available from: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/359105/9789240044524-eng.pdf?sequence=1>.
2. COWI, IOM. Evaluation of the practical implementation of the EU Occupational Safety and Health (OSH) directives in EU member states: synthesis report, Kongens Lyngby Denmark TEL, Socia Affairs and Inclusion. 2015;6.
3. HSA [Internet]. Code of Practice for the Safety, Health and Welfare at Work (Biological Agents) Regulations 2013 and 2020. 2020 (S.I. No. 572 of 2013 as amended by S.I. No. 539 of 2020) [cited 2023 May 18]. Available from: https://www.hsa.ie/eng/publications_and_forms/publications/biological_agents/cop_biological_agents_2020.pdf.
4. Ustawa z dnia 14 marca 1985 r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej. DzU z 1985 r., nr 12, poz. 49 z późn. zm.
5. Rozporządzenie Ministra Zdrowia 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. DzU z 2005 r., poz. 716 z późn. zm.
6. Directive 2000/54/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on the protection of workers from risks related to exposure to biological agents at work (seventh individual directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC). Off J Eur Union L 262. 2000;10:0021–45.
7. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 4 sierpnia 2016 r. w sprawie Narodowego Programu Zdrowia na lata 2016–2020. DzU z 2016 r., poz. 1492.
8. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 marca 2021 r. w sprawie Narodowego Programu Zdrowia na lata 2021–2025. DzU z 2021 r., poz. 642.
9. Kozajda A, Jeżak K. Szkodliwe czynniki biologiczne stosowane celowo w zakładach pracy w Polsce na podstawie danych z Krajowego Rejestru Czynniki Biologicznych. Med Pr. 2021;2;72(2):131–43. <https://doi.org/10.13075/mp.5893.01065>.
10. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2007 r. w sprawie Polskiej Klasyfikacji Działalności. DzU z 2007 r., poz. 1885 z późn. zm.
11. International Agency for Research on Cancer Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Biological agents. Volume 100 B. A review of human carcinogens [Internet]. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 2012;100(Cz. B):1–441.18 [cited 2023 Jun 30]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304348/>.
12. Główny Urząd Statystyczny [Internet]. Biotechnologia i nanotechnologia w Polsce w 2021 r. Informacja sygnalna [cited 2023 Aug 01]. GUS. 2023. Available from: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika/spoleczenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/biotechnologia-i-nanotechnologia-w-polsce-w-2021-roku,10,10.html>.
13. Ustawa z dnia 22 czerwca 2001 r. o mikroorganizmach i organizmach genetycznie zmodyfikowanych. DzU z 2001 r., nr 76, poz. 811 z późn. zm.
14. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 grudnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. DzU z 2020 r., poz. 2234.
15. Beeckman DSA, Rüdelsheim P. Biosafety and Biosecurity in Containment: A Regulatory Overview. Front Bioeng Biotechnol. 2020;30(8):650. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00650>.
16. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 24 lipca 2012 r. w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy. DzU z 2012 r., poz. 890 z późn. zm.
17. Niepsuj A, Czerczak S, Konieczko K. Substancje chemiczne i procesy technologiczne o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy w Polsce w latach 2013–2017. Med Pr. 2020 Mar 30;71(2):187–203. <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00956>.
18. Regulation (EC) No 1893/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 establishing the statistical classification of economic activities NACE Revision 2 and amending Council Regulation (EEC) No 3037/90 as well as certain EC Regulations on specific statistical domains Text with EEA relevance. Off J Eur Union L. 393, 30.12.2006, p. 1–39.