

Małgorzata Gołofit-Szymczak
Anna Ławniczek-Wałczyk
Rafał L. Górny

Biomasa

**zalecenia do oceny i ograniczania narażenia
na szkodliwe czynniki biologiczne**

Warszawa 2013



Opracowano i wydano w ramach II etapu programu wieloletniego "Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy" (2011-2013) finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej.

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autorzy:

dr Małgorzata Gołofit-Szymczak, mgr Anna Ławniczek-Wałczyk,
dr hab. n. med. Rafał L. Górny, prof. CIOP-PIB – Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych
i Biologicznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt okładki

Jolanta Maj

Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2013

ISBN 978-83-7373-142-4



Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (22) 623 36 98, fax (22) 623 36 93, 623 36 95, www.ciop.pl

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	5
2. RODZAJE BIOMASY	6
3. SZKODLIWE CZYNNIKI BIOLOGICZNE	7
4. NARAŻENIE ZAWODOWE PRACOWNIKÓW	9
5. JAK OCENIAĆ RYZYKO ZAWODOWE?	17
5.1. Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na czynniki biologiczne	17
6. OGRANICZANIE NARAŻENIA ZAWODOWEGO	21
6.1. Zintegrowana strategia prewencyjna „STOP”	21
6.2. Środki ochrony indywidualnej	23
7. KONTROLA CZYSTOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ POWIETRZA	28
8. NAJCZĘŚCIEJ ZADAWANE PYTANIA	31
9. PODSUMOWANIE	33
10. WAŻNE PRZEPISY PRAWNE I NORMY	34
11. PIŚMIENNICTWO	34
ZAŁĄCZNIK 1: LISTA KONTROLNA (PRZYKŁADOWE PYTANIA)	36

1. WSTĘP

Biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego ulegające biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także z przemysłu przetwarzającego ich produkty, jak również ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż w zakupie interwencyjnym (Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dn. 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii DzU 2008 nr 156, poz. 969, ze zm.).

Biomasa stanowi najstarsze i najczęściej wykorzystywane odnawialne źródło energii. W Polsce biomasa uznana jest za odnawialne źródło energii o największych zasobach. Energetyczne wykorzystanie biomasy przynosi liczne korzyści zarówno dla lokalnych społeczności, jak i dla całego kraju, przyczynia się m.in. do zwiększenia poziomu bezpieczeństwa energetycznego, stworzenia nowych miejsc pracy, promowania rozwoju regionalnego oraz ograniczenia emisji dwutlenku węgla. Ponadto wykorzystanie biomasy pozwala zagospodarować nieużytki rolne oraz w bezpieczny sposób utylizować odpady. Znaczący wzrost zainteresowania biomasą jako alternatywnym źródłem energii nastąpił w latach 90. ubiegłego wieku. Niewątpliwie, czynnikiem stymulującym to zainteresowanie była konieczność realizacji zobowiązań międzynarodowych, wynikających z Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych podpisanej w czerwcu 1992 r. w sprawie zmian klimatu oraz Protokołu z Kioto do tej konwencji, odnośnie do redukcji emisji dwutlenku węgla. Polska została zobligowana do wytworzenia w 2010 r. 10,4% energii ze źródeł odnawialnych w ogólnym bilansie energetycznym kraju. W następnych latach udział ten ma się jeszcze zwiększyć, osiągając w 2020 r. 20% ogólnej produkcji energii. Udział biomasy w produkcji energii alternatywnej wynosi obecnie aż 98%. Powoduje to szybki wzrost liczby elektrowni wykorzy-

stujących biomasę jako źródło energii elektrycznej, a co za tym idzie wzrost liczby pracowników narażonych na zagrożenia związane z przetwórstwem biomasy.

2. RODZAJE BIOMASY

▪ Biomasa leśna

- drewno opałowe: polana, okrągłaki, zrębki, brykiety, pelety;
- odpady z leśnictwa w postaci drewna niewymiarowego: zrębki drzewne, kora, gałęzie, żerdzie, krzewy, chrust, karpny;
- odpady z przemysłu drzewnego: drewno kawałkowe, wióry, trociny;
- odpady z przemysłu papierniczego: ług czarny.

▪ Biomasa rolnicza

- rośliny energetyczne: rośliny uprawne jednoroczne (zboża, konopie, kukurydza, rzepak, sorgo sudańskie, trzcina), rośliny drzewiaste szybkiej rotacji (topola, osika, wierzba), szybko rosnące trawy wieloletnie (trzcina);
- pozostałości z produkcji rolniczej i rolno-spożywczej: słoma, siano, nadwyżki rolne (buraki cukrowe, ziemniaki, rzepak), gnojowica i obornik z hodowli zwierząt, niektóre odpady komunalne (osady ściekowe);
- pozostałości z produkcji ogrodniczej: pestki (orzeczki ziemne, orzech włoski, słonecznik, wiśnia).

W zależności od rodzaju biomasy, stosowane są różne technologie jej przetwarzania np. bezpośrednio spalanie biomasy, współspalanie z węglem, termiczna utylizacja połączona z pirolizą i gazyfikacją. Większość surowców energetycznych przed procesami spalania oraz gazyfikacji musi być poddana obróbce wstępnej np. poprzez przetworzenie na urządzeniach zwanych rębakami odpadów drzewnych czy wiązek z wierzby energetycznej do

postaci tzw. zrębków. W przypadku niektórych rodzajów biomasy (trociny, słoma) przed spalaniem konieczne jest ponowne jej zestalenie do postaci brykietów lub peletów.

3. SZKODLIWE CZYNNIKI BIOLOGICZNE

Zgodnie z definicją zamieszczoną w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie szkodliwych czynników biologicznych (SCB) dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (DzU 2008 nr 48, poz. 288), SCB mogącymi być przyczyną zakażenia, alergii lub zatrucia są:

- drobnoustroje komórkowe, w tym zmodyfikowane genetycznie;
- jednostki bezkomórkowe zdolne do replikacji lub przenoszenia materiału genetycznego, w tym zmodyfikowane genetycznie;
- hodowle komórkowe;
- pasożyty wewnętrzne człowieka.

W przywołanym powyżej rozporządzeniu, SCB zaklasyfikowano do czterech grup zagrożenia, biorąc pod uwagę stopień ich chorobotwórczości, możliwość rozprzestrzeniania się w populacji ludzkiej, a także możliwości profilaktyki oraz skutecznego leczenia chorób przez nie wywoływanych:

- **grupa 1** – czynniki, które prawdopodobnie mogą być przyczyną chorób u ludzi.
- **grupa 2** – czynniki, które mogą wywoływać chorobę u ludzi i mogą być szkodliwe dla pracowników; jest mało prawdopodobne, że występują powszechnie w środowisku; istnieją skuteczne metody profilaktyki i leczenia wywołanych nimi chorób; wykaz czynników z tej grupy zagrożenia obejmuje 140 gatunków bakterii i organizmów im podobnych, 56 wirusów, 60 gatunków pasożytów i 20 gatunków grzybów.

- **grupa 3** – czynniki mogące wywołać ciężki przebieg choroby u ludzi i ich obecność jest poważnym zagrożeniem dla zdrowia pracowników; mogą występować powszechnie w środowisku; istnieją skuteczne metody profilaktyki i leczenia wywołanych nimi chorób; w wykazie z tej grupy umieszczono 28 gatunków bakterii i organizmów im podobnych, 57 wirusów, 10 pasożytów i 6 gatunków grzybów. W grupie tej wyodrębniono podgrupę 3**, do której należą czynniki mogące stanowić ograniczone ryzyko zagrożenia dla ludzi, gdyż nie rozprzestrzeniają się drogą powietrzną (np. wirus kleszczowego zapalenia mózgu).
- **grupa 4** – czynniki, które wywołują ciężki przebieg choroby u ludzi i są poważnym zagrożeniem dla zdrowia pracowników; ich obecność w środowisku pracy wiąże się z dużym ryzykiem; brakuje skutecznych metod profilaktyki i leczenia wywołanych nimi chorób; wykaz czynników z tej grupy obejmuje 12 wirusów.

Szkodliwe czynniki biologiczne pod względem rodzaju działania chorobotwórczego na organizm człowieka, można podzielić na następujące grupy:

- czynniki wywołujące choroby zakaźne i inwazyjne (np. wirusy, bakterie, grzyby);
- alergen biologiczny (np. cząstki roślinne i zwierzęce);
- toksyny biologiczne (np. endotoksyna bakteryjna, mikotoksyny);
- czynniki rakotwórcze (aflatoksyny – toksyny o właściwościach rakotwórczych, wytwarzane głównie przez grzyby *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*);
- biologiczne wektory, czyli stawonogi przenoszące zarazki chorób transmisyjnych (np. kleszcze, komary).

W rozprzestrzenianiu się SCB w środowisku pracy, największe znaczenie ma droga powietrzna (aerogenna) czyli wdychanie przez pracownika aerozolu zawierającego duże stężenie drobnoustrojów, toksyn i alergenów. Czynniki te, transportowane drogą powietrzną, działają niekorzystnie na układ oddechowy, a także na skórę i spojówki.

JAK MOŻEMY SIĘ ZARAZIĆ CZYNNIKAMI BIOLOGICZNYMI?

Drogą powietrzno-pyłową i powietrzno-kropelkową – poprzez wdychanie zakażonego powietrza, pyłu

Bezpośrednio przez skórę i błony śluzowe – poprzez kontakt z zanieczyszczonymi powierzchniami (elementy instalacji technologicznych)

Drogą pokarmową – poprzez spożycie zakażonych środków spożywczych, wody

4. NARAŻENIE ZAWODOWE PRACOWNIKÓW

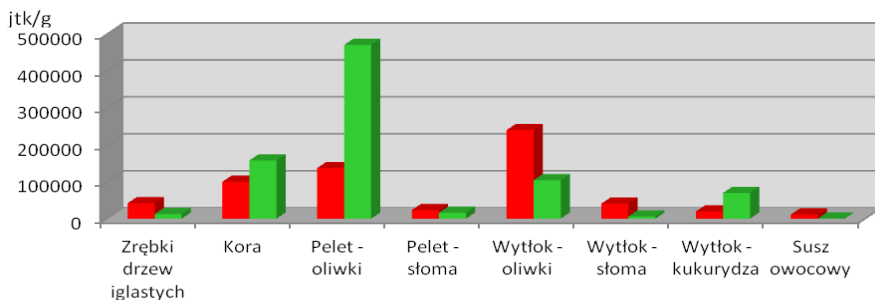
Bakterie i grzyby

Pracownicy elektrowni i elektrociepłowni, w których biomasa jest wykorzystywana do celów energetycznych, narażeni są na szkodliwe czynniki biologiczne, będące składnikami pyłu organicznego powstającego w procesie przetwarzania biosurowców. Pył organiczny zawiera zarówno substancje roślinne, jak i rozwijające się w nim mikroorganizmy bakteryjne i grzybowe, które mogą wywierać ujemny wpływ na organizm człowieka poprzez działanie toksyczne, drażniące i alergizujące. Długotrwała ekspozycja na szkodliwe czynniki biologiczne zawarte w pyłach, może prowadzić do wystąpienia wielu chorób układu oddechowego, np. przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP), astmy oskrzelowej, przewlekłego zapalenia oskrzeli, nadreaktywności oskrzeli, alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych (AZPP),

syndromu toksycznego wywołanego pyłem organicznym (organic dust toxic syndrome, ODS) oraz podrażnień błon śluzowych, spojówek i skóry.

Narażenie na szkodliwe czynniki biologiczne zależy zarówno od rodzaju wykorzystywanego surowca, jak i od warunków jego transportu i składowania. Długotrwałe przechowywana biomasa na niezadaszonych, otwartych składowiskach łatwo chłonie wilgoć, tracąc przy tym wartość opałową oraz ulegając biodegradacji. Składowanie biomasy na zewnątrz prowadzi nie tylko do zawilgocenia surowca, ale też do wzrostu stężenia mikroorganizmów – szczególnie intensywnie namnażają się bakterie mezofilne, promienowce i grzyby pleśniowe.

Zawartość mikroorganizmów w zrębkach drewna może sięgać rzędu 10^5 jtk/kg, z czego ponad połowę mogą stanowić chorobotwórcze pleśnie z gatunku *Aspergillus fumigatus*.



Rys. 1. Zawartość bakterii (kolor czerwony) i grzybów (kolor zielony) w próbkach biomasy

Istotnym zagrożeniem dla pracowników zatrudnionych przy przetwarzaniu biomasy pochodzenia roślinnego są mikroorganizmy bakteryjne oraz wytwarzane przez nie substancje o działaniu alergizującym.

Wśród występujących w pyłach substancji pochodzenia drobnoustrojowego o działaniu immunotoksycznym szczególne znaczenie ma endotoksyna bakteryjna wytwarzana przez Gram-ujemne pałeczki z rodziny *Enterobacteria-*

ceae (np. *Rahnella* spp., *Pantoea* spp., *Enterobacter* spp., *Proteus* spp.) oraz z rodzajów *Pseudomonas* spp. i *Alcaligenes* spp. Endotoksyna bakteryjna jest makrocząsteczkowym lipopolisacharydem (LPS), który uwalniany jest do środowiska zewnętrznego poprzez fragmentację ściany komórkowej bakterii. Endotoksyny bakteryjne są jednym z ważnych i obiektywnych wskaźników skażenia środowiska czynnikami biologicznymi. Zainhalowane wraz z pyłem cząsteczki endotoksyny aktywują nieswoiście makrofagi płucne, które wydzielają liczne substancje o silnym działaniu biologicznym, określane jako mediatory reakcji zapalnej (np. IL-1, IL-6, TNF- α). Następstwem tego procesu może być odczyn zapalny w płucach, gorączka, zaburzenia w wymianie gazów i skurcz oskrzeli. Podobnie występujące w pyłe organicznym promieniowce termofilne (*Saccharomonospora viridis*, *Thermoactinomyces vulgaris*) oraz mezofilne (*Streptomyces* spp.) uznawane są za jedną z głównych przyczyn AZPP oraz innych dolegliwości ze strony układu oddechowego.

Poważnym zagrożeniem dla zdrowia osób pracujących w przetwórstwie biomasy są również grzyby pleśniowe z rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alteranria*, *Scopulariopsis* i *Trichoderma*, które bardzo często występują w pyłe organicznym pochodzenia roślinnego. Mikroorganizmy te mogą powodować wystąpienie szeregu niekorzystnych efektów zdrowotnych począwszy od reakcji alergicznych (AZPP, alergiczny nieżyt nosa), przez infekcje (spowodowane wzrostem grzyba na lub w organizmie, np. aspergiloza), po reakcje toksyczne (związane głównie z mikotoksynami, wtórnymi metabolitami grzybowymi lub składnikami ściany komórkowej grzybów).

Badania przeprowadzone przez Pracownię Zagrożeń Biologicznych CIOP-PIB w elektrowniach i elektrociepłowniach wykazały, że najwyższe stężenia bakterii występowały na stanowiskach pracy, na których wykonywano mechaniczne rozdrabnianie (mielenie) biosurowca – $2,3 \times 10^7$ jtk/m³. Wysokie stężenia bakterii i grzybów przekraczające $1,0 \times 10^4$ jtk/m³ stwierdzono na stanowiskach sortowania biosurowców oraz transportowania ich przy użyciu taśmociągów.

Kleszcze

Kleszcz pospolity powszechnie występuje w lasach liściastych i mieszanych, polach uprawnych, łąkach i obszarach porośniętych krzewami i trawami. W związku z wykorzystaniem drewna oraz kory jako bioproduktu, choroby przenoszone przez kleszcze są istotnym zagrożeniem dla pracowników.

Spośród chorób przenoszonych przez kleszcze największy problem stanowi obecnie borelioza, gdyż nie istnieją przeciwko niej szczepienia profilaktyczne. Powikłaniami boreliozy mogą być upośledzenia funkcji układu nerwowego, układu krążenia, narządu ruchu, a także zmiany w sferze psychicznej człowieka. Duże znaczenie wśród chorób przenoszonych przez kleszcze ma również kleszczowe zapalenie mózgu i opon mózgowo-rdzeniowych. Najskuteczniejszą formą profilaktyki kleszczowego zapalenia mózgu jest przeprowadzenie szczepień ochronnych wg schematu ustalonego przez producenta szczepionki.

Na jakie szkodliwe czynniki biologiczne narażeni są pracownicy elektrociepłowni podczas wykonywania czynności zawodowych związanych ze spalaniem biomasy?

Czynnik biologiczny	Grupa zagrożenia	Działanie na człowieka	Profilaktyka
Wirusy			
Wirus środkowoeuropejskiego kleszczowego zapalenia mózgu	3	Zapalenie mózgu, gorączka, osłabienie	Środki ochrony indywidualnej, szczepienia ochronne, repelenty, tępienie kleszczy, dezynfekcja, badania serologiczne narażonych grup zawodowych, pasteryzacja mleka, oświata zdrowotna
Wirus rosyjskiego wiosenno-letniego kleszczowego zapalenia mózgu (RSSE)	3	Zapalenie mózgu	Środki ochrony indywidualnej, szczepienia ochronne, repelenty, tępienie kleszczy, dezynfekcja, oświata zdrowotna

Czynnik biologiczny	Grupa zagrożenia	Działanie na człowieka	Profilaktyka
Bakterie			
<i>Arthrobacter globiformis</i>	2	<i>Alveolitis allergica</i> i inne choroby alergiczne	Redukcja zapylenia, środki ochrony indywidualnej (respiratory), oświata zdrowotna
<i>Bacillus</i> spp. (<i>B. cereus</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. circulans</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. firmus</i> , <i>B. coagulans</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. mycoides</i>)	1	Reakcje alergiczne na bakterie i ich białkowe toksyny	Redukcja zapylenia, środki ochrony indywidualnej, oświata zdrowotna
<i>Brevibacterium linens</i>	2	<i>Alveolitis allergica</i>	Redukcja zapylenia, środki ochrony indywidualnej (respiratory), oświata zdrowotna
<i>Staphylococcus</i> spp. (<i>S. epidermidis</i> , <i>S. xylosus</i> , <i>S. saprofiticus</i> , <i>S. hominis</i> , <i>S. capitis</i> , <i>S. scuri</i> , <i>S. lentus</i>)	1	Zapalenie płuc, wsierdza, jamy ustnej, dróg moczowych i innych narządów	Redukcja zapylenia, środki ochrony indywidualnej, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna, stosowanie utleniających mydeł zapobiegających alkalizacji skóry
<i>Staphylococcus aureus</i> – gronkowiec złocisty	2	Zakażenia ropne, stany zapalne dróg oddechowych, zatrucia pokarmowe, alergie skórne	Redukcja zapylenia, środki ochrony indywidualnej, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna, stosowanie utleniających mydeł zapobiegających alkalizacji skóry
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	Zapalenie płuc, zakażenia skóry (ropnie)	Redukcja zapylenia, środki ochrony indywidualnej
<i>Pseudomonas</i> spp. (<i>P. fluorescens</i> , <i>P. syringae</i> , <i>P. stutzeri</i> , <i>P. putida</i>)	1	Reakcje immunotoksyczne wywołane wdychaną endotoksyną	Środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia, stosowanie biocydów, oświata zdrowotna
<i>Acinetobacter</i> spp.	1	Reakcje alergiczne	Redukcja zapylenia, środki ochrony indywidualnej, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna
<i>Microbacterium</i> spp.	1	Reakcje alergiczne układu oddechowego, stany zapalne	Redukcja zapylenia, środki ochrony indywidualnej, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna
<i>Nocardia asteroides</i>	2	Nokardioza skóry i tkanki podskórnej (maduromikoza, stopa madurska)	Środki ochrony indywidualnej, dezynfekcja

Czynnik biologiczny	Grupa zagrożenia	Działanie na człowieka	Profilaktyka
<i>Rickettsia conorii</i> / riketsja gorączki śródziemnomorskiej	2	Gorączka śródziemnomorska	Środki ochrony indywidualnej, repelenty, tępienie kleszczy i gryzoni, oświata zdrowotna
<i>Rickettsia slovaca</i> / riketsja słowacka	2	Riketsjoza słowacka: gorączka, wysypka	Środki ochrony indywidualnej, repelenty, zwalczanie kleszczy
<i>Pantoea agglomerans</i> (syn. <i>Erwinia herbicola</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i>)	2	<i>Alveolitis allergica</i> i inne choroby alergiczne, reakcje immunotoksyczne wywołane wdychaniem endotoksyną	Środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia, oświata zdrowotna
<i>Streptomyces albus</i> (<i>Streptomyces</i> spp.)	2	<i>Alveolitis allergica</i>	Środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia
Grzyby			
<i>Absidia corymbifera</i> (syn. <i>Absidia ramosa</i>)	1	Zygomikoza (mukoromikoza) płuc, centralnego układu nerwowego, przewodu pokarmowego i innych narządów, zwykle u osób z obniżoną odpornością, reakcje alergiczne układu oddechowego	Ochrona produktów roślinnych przed pleśnieniem, środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia, doskonalenie wentylacji
<i>Alternaria alternata</i>	1	Alergiczny nieżyt nosa, astma oskrzelowa, reakcje na szkodliwe mikotoksyny (alterariol, altenuen, kwas tenuazonowy), alternarioza: ziarniniak w skórze	Ochrona produktów roślinnych przed pleśnieniem, środki ochrony indywidualnej (respiratory) w czasie prac polowych i w magazynach
<i>Arthrinium phaeospermum</i>	1	Alergiczny nieżyt nosa, astma oskrzelowa	Ochrona produktów roślinnych przed pleśnieniem, środki ochrony indywidualnej (respiratory) w czasie prac polowych i w magazynach

Czynnik biologiczny	Grupa zagrożenia	Działanie na człowieka	Profilaktyka
<i>Aspergillus fumigatus</i> – kropidlak popielaty	2	Aspergiloza płuc, astma, alergiczny nieżyt nosa	Środki ochrony indywidualnej, redukcja zapylenia, dezynfekcja i sterylizacja, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna
<i>Aspergillus</i> spp.	1	<i>Alveolitis allergica</i> , reakcje organizmu na drażniące związki drobnocząsteczkowe (VOCs)	Ochrona produktów roślinnych przed pleśnieniem, środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia, doskonalenie wentylacji
<i>Chaetomium</i> spp.	1	Alergiczny nieżyt nosa, astma atopowa	Środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia, doskonalenie wentylacji
<i>Cryptococcus neoformans</i> var. <i>gattii</i> (<i>Filobasidiella bacillispora</i>)/ kryptokok	2	Kryptokokozja: zapalenie płuc i opon, zwykle u osób z osłabioną odpornością	Środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia, doskonalenie wentylacji
<i>Cryptostroma corticale</i>	1	<i>Alveolitis allergica</i> (choroba drwali okorowujących klony)	Środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia, doskonalenie wentylacji
<i>Penicillium</i> spp.- pędzlak (<i>P. expansum</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. commune</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. crustosum</i>)	1	Alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych, astma oskrzelowa, alergiczny nieżyt nosa, działanie toksyczne	Środki ochrony indywidualnej, redukcja zapylenia, dezynfekcja i sterylizacja, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna
<i>Rhizopus</i> spp.	1	Zygomikoza (mukormikoza) płuc, centralnego układu nerwowego, przewodu pokarmowego i innych narządów, zwykle u osób z obniżoną odpornością, reakcje alergiczne układu oddechowego	Ochrona produktów roślinnych i zwierzęcych przed pleśnieniem, środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia, doskonalenie wentylacji
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	1	<i>Alveolitis allergica</i> , astma oskrzelowa, alergiczny nieżyt oskrzeli, zakażenia skóry i paznokci	Ochrona produktów roślinnych przed pleśnieniem, środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia, doskonalenie wentylacji

Czynnik biologiczny	Grupa zagrożenia	Działanie na człowieka	Profilaktyka
<i>Sporothrix schenckii</i>	2	Sporotrychoza: przewlekła choroba naczyń i węzłów chłonnych, skóry i tkanki podskórnej, płuc, błon śluzowych, kości i innych narządów	Ochrona produktów roślinnych przed pleśnieniem, środki ochrony indywidualnej, opatrywanie ran i skaleczeń, oświata zdrowotna
<i>Trichoderma viride</i>	1	<i>Alveolitis allergica</i> , inne choroby alergiczne układu oddechowego	Ochrona drewna i innych produktów przed pleśnieniem, środki ochrony indywidualnej (respiratory), redukcja zapylenia, doskonalenie wentylacji
<i>Acremonium</i> spp.	1	Reakcje alergiczne	Środki ochrony indywidualnej, redukcja zapylenia, dezynfekcja i sterylizacja, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna
<i>Candida</i> spp. (<i>C. albicans</i>)	2	Kandydoza skóry, paznokci, jamy ustnej, endogenne reakcje alergiczne	Profilaktyczne stosowanie mydeł i zasypek z dodatkiem środków przeciwgrzybiczych
<i>Cladosporium</i> spp. (<i>C. cladosporioides</i>)	1	Astma oskrzelowa, alergiczny nieżyt nosa	Środki ochrony indywidualnej, redukcja zapylenia, dezynfekcja i sterylizacja, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna
<i>Alternaria</i> spp. (<i>A. alternata</i> , <i>A. tenuissiuma</i>)	1	Alergiczny nieżyt nosa, astma oskrzelowa, reakcje na mikotoksyny, ziarniak w skórze	Środki ochrony indywidualnej, redukcja zapylenia, dezynfekcja i sterylizacja, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna
<i>Fusarium</i> spp. (<i>F. proliferatum</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i>)	1	Reakcje na toksyczne mikotoksyny	Środki ochrony indywidualnej, redukcja zapylenia, dezynfekcja i sterylizacja, przestrzeganie zasad higieny, oświata zdrowotna

Czynnik biologiczny	Grupa zagrożenia	Działanie na człowieka	Profilaktyka
Zoonozy			
<i>Ixodes ricinus</i> / kleszcz pospolity	1	Zapalenie skóry, objawy ogólne, wektory licznych chorobotwórczych wirusów (m.in. wirusa kleszczowego zapalenia mózgu) i bakterii (m.in. <i>Borrelia burgdorferi</i>)	Zwalczanie kleszczy, repelenty, środki ochrony indywidualnej
<i>Ixodes persulcatus</i> / kleszcz tajgowy	1	Zapalenie skóry, objawy ogólne, wektory licznych chorobotwórczych bakterii i wirusów	Zwalczanie kleszczy, repelenty, środki ochrony indywidualnej

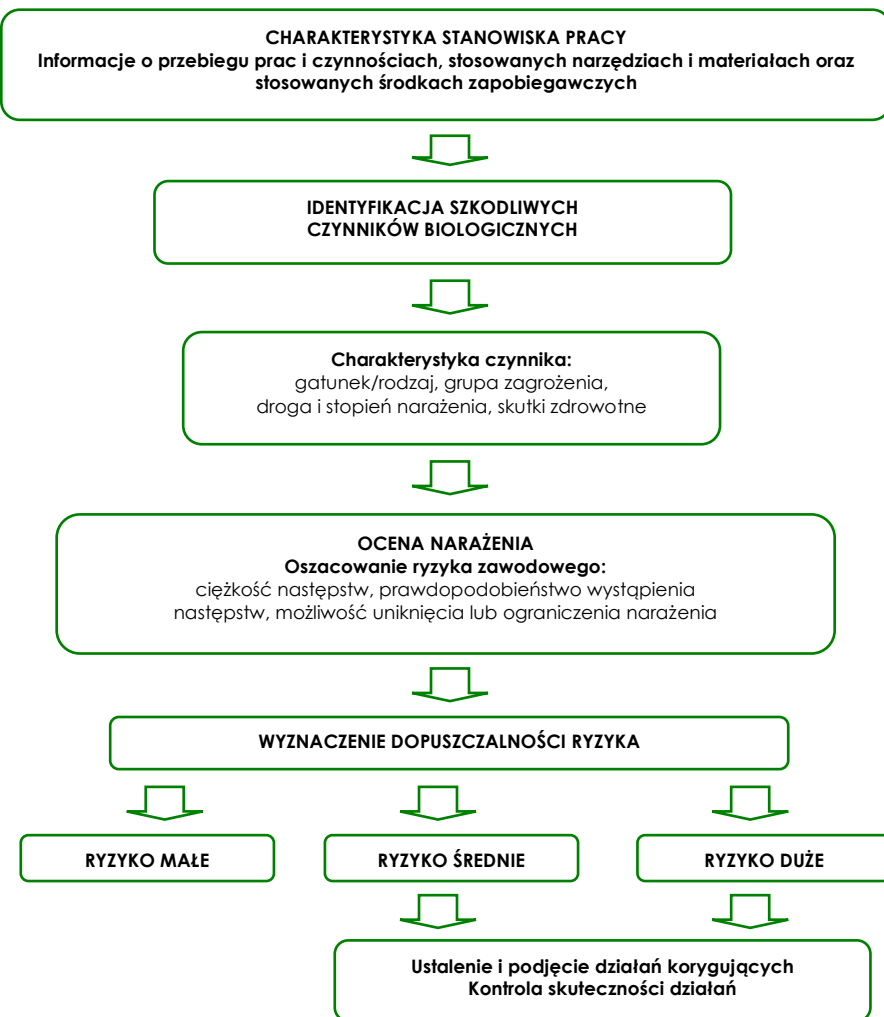
5. JAK OCENIĄĆ RYZYKO ZAWODOWE?

5.1. Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na czynniki biologiczne

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki, ocena ryzyka związanego z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne jest **oceną jakościową**. W kryteriach dokonywania oceny ryzyka zawodowego sprecyzowano, iż powinna być ona przeprowadzona na podstawie wszelkich dostępnych informacji o czynniku biologicznym, z uwzględnieniem:

- grupy zagrożenia występujących czynników biologicznych;
- rodzaju wykonywanych przez pracownika czynności, czasu i stopnia narażenia;
- potencjalnego działania alergizującego lub toksycznego SCB;

- choroby, która może wystąpić w następstwie wykonywanej pracy;
- stwierdzonej choroby, która ma bezpośredni związek z wykonywaną pracą;
- wskazówek organów właściwej inspekcji sanitarnej, Państwowej Inspekcji Pracy oraz jednostek służby medycyny pracy.



Zasady oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na czynniki biologiczne są podobne jak w przypadku czynników fizycznych czy chemicznych i obejmują takie aspekty jak: zebranie dostępnych informacji dotyczących zagrożeń, identyfikację ekspozycji i narażonych pracowników, ocenę wszystkich informacji dotyczących miejsca pracy, wyznaczenie środków ochronnych, kontrolę efektywności działań, informowanie pracowników, prowadzenie dokumentacji. Identyfikacji zagrożeń i ekspozycji narażonych pracowników można dokonać na podstawie wywiadu i wizji lokalnej. Wywiad można przeprowadzać według kwestionariusza tzw. listy kontrolnej. Powinny znaleźć się w nim m.in. pytania dotyczące charakterystyki zagrożonych stanowisk pracy, rodzaju wykonywanych czynności, liczby narażonych osób, szkodliwych czynników biologicznych występujących na poszczególnych stanowiskach pracy, średniego czasu narażenia na te czynniki.

Zgodnie z rozporządzeniem, przy ocenie ryzyka zawodowego na czynniki biologiczne istotny jest rodzaj wykonywanych przez pracownika czynności, czas i stopień spodziewanego narażenia.

W przypadku prac związanych z przetwarzaniem biomasy do celów energetycznych, pracownicy wykonują czynności z niezamierzonym udziałem czynnika biologicznego. Przy czynnościach tego rodzaju zawsze istnieje niepewność co do obecności czynników biologicznych, ich ilości, składu gatunkowego i zagrożeń dla zdrowia, jakie mogą powodować.

Pojęcie stopnia narażenia nie jest jednoznacznie zdefiniowane. Można go utożsamiać z poziomem zagrożenia infekcyjnego, który określa się na podstawie pozyskanych informacji dotyczących czynników biologicznych, danych o przebiegu procesów pracy i prawdopodobieństwie zaistnienia zagrożenia podczas wykonywania przez pracownika konkretnych czynności.

Dla przeprowadzenia prawidłowej oceny ryzyka związanego z narażeniem na SCB decydujące znaczenie ma zdobycie wiedzy o warunkach pracy. W tym celu pracodawca powinien uzyskać informacje dotyczące:

- czynników biologicznych występujących lub mogących występować przy wykonywaniu konkretnych czynności;
- technicznego przebiegu produkcji i procesów pracy.

Wiedza o czynnikach biologicznych dotyczy nie tylko określenia składu gatunkowego (co za tym idzie klasyfikacji), ale jest rozumiana szerzej i obejmuje również dane dotyczące potencjału infekcyjnego danego czynnika biologicznego; ciężkości choroby, którą wywołuje; zdolności przetrwania w środowisku; dróg przenoszenia w środowisku i wnikania do organizmu; zdolności do produkcji toksyn czy wywoływania reakcji alergicznych; dostępności profilaktyki i leczenia; odporności na sterylizację itp. Zdobycie takich informacji jest często procesem bardzo trudnym dla pracodawcy. Dlatego też, zgodnie z rozporządzeniem wskazane jest, aby do zespołu oceniającego ryzyko włączony był lekarz medycyny pracy.

Kolejnym elementem niezbędnym do oceny ryzyka jest wiedza o technicznym przebiegu produkcji i procesach pracy. Należy określić je szczegółowo, nawet z podziałem na poszczególne etapy pracy. Wszystkie czynności powinny być opisane jednoznacznie i precyzyjnie. Należy rozważyć je pod względem możliwej ekspozycji (np. czy tworzy się aerozol, czy wykonywane są czynności manualne), czasu trwania tej ekspozycji, wrót narażenia.

Ryzyko zawodowe jest ściśle związane z warunkami pracy, dlatego należy pamiętać, że na tych samych stanowiskach, ale w różnych warunkach (różnych zakładach pracy) zarówno zagrożenia, jak i poziom oszacowanego ryzyka mogą być różne. W przypadku czynników biologicznych niezwykle ważne jest powiązanie występowania czynnika biologicznego z wykonywanymi czynnościami. Sama obecność szkodliwego czynnika na danym stanowisku pracy nie decyduje o tym, że wszyscy pracownicy przebywający na tym stanowisku są jednakowo narażeni.

W ocenie ryzyka zawodowego na czynniki biologiczne ważne jest pozyskanie informacji, czy przy ocenianych czynnościach wystąpiły już zachorowania i czy są dostępne wyniki badań profilaktycznych z zakresu medycyny

pracy. Takie dane pozwalają ocenić prawdopodobieństwo narażenia na czynniki biologiczne w miejscu pracy.

Ocena ryzyka powinna być przeprowadzona przed rozpoczęciem pracy, a następnie okresowo weryfikowana. Ponadto ocenę ryzyka należy powtórzyć w przypadku:

- zmiany warunków pracy mogącej prowadzić do zwiększonego zagrożenia dla zatrudnionych (przy stwierdzeniu lub podejrzeniu zanieczyszczenia miejsca pracy);
- wystąpienia infekcji lub choroby pracowników, która może mieć związek z wykonywanymi czynnościami;
- uzyskania od lekarza zakładowego zalecenia skontrolowania miejsca pracy.

6. OGRANICZANIE NARAŻENIA ZAWODOWEGO

6.1. Zintegrowana strategia prewencyjna „STOP”

Zintegrowana strategia prewencyjna „STOP”, łączy w sobie cztery kluczowe elementy, tj. wprowadzenie zmian systemowych (lub substytucji), technicznych, organizacyjnych i indywidualnych środków zapobiegawczych

Środki systemowe (ang. „S” – „Systemic”)

- proceduralne środki kontroli ryzyka obejmują projektowanie odpowiednich systemów pracy oraz utrzymanie maszyn i urządzeń w bezpiecznych i higienicznych warunkach np.: oddzielne przechowywania odzieży prywatnej i roboczej; regularne czyszczenie i zmiana ubrań roboczych i ochronnych; zapewnienie wyposażenia do mycia rąk w chwili opuszczenia miejsca pracy; unikanie jedzenia, picia lub palenia w miejscu pracy; zapewnienie przenośnych myjek do oczu lub stanowisk do płukania oczu.

Środki techniczne (ang. „T” – „Technical”)

- minimalizacja uwalniania bioaerozoli:
 - *minimalizowanie powstawania pyłu* – ograniczenia pylenia na wszystkich etapach przetwarzania biomasy, rozładunek biosurowca w miejscach osłoniętych od wiatru, regularne usuwanie pyłu emitowanego bezpośrednio w miejscu jego powstawania (wentylacje miejscowe, odkurzacze centralne wyposażone w system filtracyjny), zastosowanie automatycznie uruchamianych głowic mgłowych oraz dyfuzorów, zastosowanie instalacji odpylania suchego, instalowanie osłon przy taśmociągach;
 - *unikanie obróbki ręcznej* – zdalne sterowanie przenośników taśmowych i stosowanie transportu pneumatycznego (np. na poduszkach powietrznych), wykonywanie prac wewnątrz zasobników biomasy, młynów, separatorów, cyklonów oraz innych urządzeń do przygotowania biomasy po oczyszczeniu z pyłu organicznego;
 - *izolowanie źródeł pyłu* – izolowanie pracowników od stref zapylenia;
 - *odpowiednie składowanie biosurowców* – wydzielenie i osłonięcie miejsca składowania biosurowców (np. poprzez zastosowanie ścian żelbetowych, zamkniętych silosów, zadaszonych), unikanie długotrwałego składowania biomasy na otwartym terenie, okresowe „przekładanie” pryzm zwalarko-tadowarką.

Środki organizacyjne (ang. „O” – „Organisational”)

- izolacja miejsc pracy, ograniczenie wejścia do obszarów o wysokim poziomie stężenia bioaerozoli, minimalizacja liczby pracowników narażonych na działanie pyłu organicznego, informacje i szkolenia pracowników w celu promowania bezpiecznych nawyków pracy, nadzór medyczny (profilaktyczne badania lekarskie i szczepienia, monitoring narażenia i jego dokumentacja); właściwe oznakowanie stanowisk i strefy zagrożenia czynnikiem biologicznym, bezpieczne

składowanie, procedury bezpiecznego transportu surowców na terenie zakładu.

Środki indywidualne (ang. „P” – „Personal”)

- ochrona dróg oddechowych (m.in. maski ochronne z wkładem filtrującym powietrze), środki ochrony indywidualnej (ubranie, rękawice i okulary ochronne).

6.2. Środki ochrony indywidualnej

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki z dn. 22.04.2005 r. z późn. zm., ocena ryzyka powinna być przeprowadzana przez pracodawcę regularnie, począwszy od 2. grupy zagrożenia. Pracodawca, oprócz obowiązku informowania pracowników o zagrożeniu, jest zobligowany do podjęcia wszelkich możliwych działań w celu jego zminimalizowania. Według rozporządzenia, jednym z elementów ograniczenia ryzyka jest „... stosowanie zbiorowych środków ochronnych i (lub), gdy narażenie nie może być zlikwidowane w inny sposób, indywidualnych środków ochronnych”.

Wymagania związane ze stosowaniem znaków ostrzegawczych, dostępu do stref kontrolowanych, stosowania odzieży i odkażania przedstawiono w Tabeli nr 1.

Z zaleceń rozporządzenia wynika, że przy narażeniu na czynniki biologiczne z 1. grupy ryzyka nie jest konieczne stosowanie środków ochrony indywidualnej, a sugeruje się stosowanie jedynie odzieży roboczej. Natomiast przy narażeniu na czynniki biologiczne począwszy od 2. grupy ryzyka konieczne jest stosowanie odpowiednich środków ochrony indywidualnej. W takich przypadkach dostarczanie pracownikom odpowiednio dobranych środków ochrony układu oddechowego jest podstawowym obowiązkiem pracodawcy.

Tabela 1. Środki bezpieczeństwa przy procesach przemysłowych

Środki bezpieczeństwa	Poziom zagrożenia		
	2	3	4
Znak: zagrożenie skażenia biologicznego	Tak	Tak	Tak
Ograniczenie dostępu dla pracowników	Zalecane	Tak	Tak – przez komorę powietrzną
Ubranie personelu	Odzież robocza	Odzież ochronna	Odzież ochronna (całkowicie zmieniana)
Środki ochrony układu oddechowego, oczu twarzy, rąk i stóp	Tak	Tak	Kombinezony gazoszczelne oraz izolujący sprzęt ochrony układu oddechowego
Dostępność środków higienicznych i odkażania	Tak	Tak	Tak

Środki ochrony indywidualnej powinny być wykorzystywane w sytuacjach, gdy nie można uniknąć zagrożeń lub nie można ich wystarczająco ograniczyć za pomocą innych środków.

Środki ochrony układu oddechowego

Sprzęt filtrujący to podstawowe narzędzie ochrony układu oddechowego przed bioaerozolem. Może on występować w wersji bez dodatkowego wspomaganie przepływu powietrza, w postaci filtrów i półmasek filtrujących, a także w wersji ze wspomaganie lub wymuszonym przepływem powietrza przez układ filtrów. Najważniejszym elementem zapewniającym oczyszczanie powietrza z wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń, w tym bioaerozoli, jest włóknina filtracyjna o odpowiedniej charakterystyce.

Dobór środków ochrony układu oddechowego należy rozpocząć od rozpoznania zagrożeń. Jednakże wobec braku udokumentowanych wartości NDS dla bioaerozoli nie jest możliwe stosowanie standardowej procedury doboru sprzętu filtrującego, polegającej na doborze klasy ochronnej do krotności przekroczenia dopuszczalnej wartości stężenia aerozolu. Z tego powodu opracowano wytyczne doboru klasy ochronnej filtrów i półmasek filtrujących stosowanych do ochrony przed bioaerozolem w zależności od wielkości cząstek i grupy ryzyka zawodowego. Zgodnie z nim zaleca się:

- dla bioaerozolu, którego cząstki mają wielkość powyżej $1\mu\text{m}$ i zaliczany jest do 1. grupy zagrożenia – półmaski o niskiej skuteczności – FFP1 lub filtry P1 kompletowane z półmaskami;
- dla bioaerozolu, którego wielkość cząstek zawiera się w przedziale $<1\mu\text{m}$; $0,5\mu\text{m}\geq$ i zaliczany jest do 1. lub 2. grupy zagrożenia – półmaski o średniej skuteczności – FFP2 lub filtry P2 kompletowane z półmaskami.

Znakowanie umieszczone na półmasce filtrującej powinno zawierać:

- nazwę, znak handlowy lub inny element identyfikujący producenta lub dostawcę;
- znakowanie identyfikujące typ wyrobu;
- numer i rok publikacji normy europejskiej (w przypadku półmasek filtrujących jest to EN 149:2001);
- symbol FFP1, FFP2 lub FFP3 odpowiednio do klasy ochronnej.

Sprzęt ochronny oczu i twarzy

Do ochrony oczu i skóry twarzy przed czynnikami biologicznymi może być stosowany sprzęt ochronny w postaci osłon twarzy lub gogli. Sprzęt ten powinien charakteryzować się taką samą konstrukcją, jak stosowany do ochrony przed czynnikami chemicznymi oraz powinien spełniać wymóg chronienia przed czynnikami biologicznymi w postaci kropel lub rozbryzgów cieczy, pyłów oraz gazów. Gogle oraz osłony twarzy powinny też spełniać wymagania dotyczące odporności na działanie środków dezynfekcyjnych, a ich konstrukcja powinna być pozbawiona elementów umożliwiających gromadzenie się aerozoli biologicznych.

Podstawowym kryterium doboru sprzętu jest forma występowania czynnika biologicznego. Na stanowiskach pracy ciągu technologicznego do przetwarzania biomasy do celów energetycznych należy stosować gogle chroniące przed pyłami.

Środki ochrony rąk

Głównym celem rękawic chroniących przed zagrożeniami biologicznymi w postaci mikroorganizmów i substancji przez nie wytwarzanych jest niedopuszczenie do kontaktu czynnika szkodliwego ze skórą pracownika. Do ochrony rąk przed czynnikami biologicznymi na stanowiskach pracy przetwarzania biomasy mogą być stosowane szczelne rękawice wykonane z kauczuku naturalnego i kauczuków syntetycznych, tworzyw sztucznych i materiałów powlekanych. Ze względu na wymaganie precyzji oraz pewności chwytu bardzo istotne jest właściwe dopasowanie rozmiaru rękawicy do ręki. Rękawice powinny charakteryzować się również odpowiednią odpornością mechaniczną. Do prac w kontakcie z bakteriami i grzybami należy stosować szczelne rękawice wykonane z kauczuku naturalnego, kauczuków syntetycznych (kauczuku poliakrylonitrylowego, polichloroprenowego, butylowego, witonu) oraz tworzyw sztucznych (PCW, hypalonu, polialkoholu winylowego).

Odzież ochronna

Odzież ochronna ma na celu zabezpieczenie pracownika przed działaniem niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia czynników biologicznych występujących podczas pracy. Obok posiadania właściwości ochronnych, odzież ochronna powinna umożliwiać właściwe odprowadzanie ciepła i wilgoci na zewnątrz w celu zapewnienia komfortu użytkowania. Przy doborze odzieży należy wziąć pod uwagę: grupę zagrożenia, do której należy czynnik biologiczny; rodzaj wykonywanej czynności; natężenie czynnika biologicznego.

Repelenty

Podczas przebywania osób z grup ryzyka na terenie, na którym (miejsce rozładunku biomasy) może występować wysoka aktywność tych stawonogów zalecane jest stosowanie repelentów (substancji chemicznych odstraszających kleszcze) zarówno na odstonięte części ciała, jak i odzież.

Repelenty stosowane w profilaktyce zakażeń przenoszonych przez kleszcze:

- DEET (N,N-dwuetyleno-meta-toluamid) – uważany za jeden z najskuteczniejszych repelentów, może być stosowany na odzież i bezpośrednio na skórę;
- pochodne piperydyny (np. pikarydyna);
- DEPA (N,N-dwuetyllo-fenilo-acetamid);
- syntetyczne pyretroidy (np. permetryna) – stosowane wyłącznie na ubranie.

Jakie kroki należy podjąć, jeśli w czasie prac nastąpiło skaleczenie?

Przemyć miejsce zranienia wodą z mydłem lub płynami do mycia rąk na bazie alkoholu (60 – 90%). Nie wyciskać krwi z rany.

Założyć jałowy, wodoszczelny opatrunek.

Jakie kroki należy podjąć, jeśli w czasie prac nastąpiło ugryzienie przez kleszcza?

Usunąć kleszcza pęsetą lub przyrządem specjalnie do tego przeznaczonym. Wszystkie czynności wykonywać powoli i dokładnie.

Po usunięciu stawonoga zdezynfekować skórę.

Jakie kroki należy podjąć, jeśli w czasie prac nastąpiło podrażnienie oka pyłem („zatarcie oka”)?

Delikatnie, lecz dokładnie przepłukać okolicę oka i worek spojówkowy wodą lub 0,9% NaCl, przy otwartych powiekach.

Uwaga! Oko należy przemywać od zewnętrznego kącika w kierunku nasady nosa. Przedtem należy dokładnie umyć ręce.

7. KONTROLA CZYSTOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ POWIETRZA

Czy wykonywać pomiary szkodliwych czynników biologicznych?

- **§ 7. pkt 9** Rozporządzenia 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, stanowi, że „Stosowanie środków zapobiegawczych nie zwalnia pracodawcy od obowiązku przeprowadzania badań na obecność szkodliwego czynnika biologicznego, tam gdzie jest to konieczne i technicznie wykonalne”.

Przy podejrzeniu, że pracownicy narażeni są na działanie jednego lub kilku SCB, mogącego(ych) powodować objawy chorobowe należy zasadność takiego przypuszczenia potwierdzić poprzez:

- wykrycie danego czynnika w środowisku pracy i określenie wielkości ekspozycji;
- bezpośrednie stwierdzenie obecności czynnika biologicznego w organizmie chorego pracownika, najczęściej przez posiew badanego materiału klinicznego (krew, mocz, kał, płwocina, wymaz z gardła) na odpowiednie pożywki, rzadziej przez sporządzenie preparatu mikroskopowego, wstrzyknięcie materiału klinicznego zwierzętom doświadczalnym lub zastosowanie bardzo czułych metod genetycznych, np. łańcuchowej reakcji polimerazy (Polymerase Chain Reaction, PCR);
- pośrednie wykrycie kontaktu z tym czynnikiem poprzez stwierdzenie dodatniej reakcji immunologicznej pracownika na antygen danego czynnika (ma to znaczenie zarówno dla ustalenia czynnika wywołującego chorobę zakaźną, jak i alergiczną). Najczęściej przeprowadza się badanie serologiczne (próbki surowicy krwi) przy użyciu testu immunoenzymatycznego (ELISA), aglutynacji, precypitacji w żelu czy radioimmunoabsorpcji (RAST).

Do wykrywania obecności czynników biologicznych w środowisku pracy i określenia rozmiarów ekspozycji, największe znaczenie ma badanie bioaerozoli. Istotne może być również mikrobiologiczne badanie próbek pyłu osiadłego lub biosurowców, a także wymazów z instalacji przemysłowej.

Normatywy higieniczne

W Polsce, warunki pobierania próbek powietrza na stanowiskach pracy w celu oznaczania całkowitej liczby mikroorganizmów, liczby drobnoustrojów zdolnych do wzrostu oraz stężeń endotoksyn bakteryjnych określa Polska Norma PN-EN 13098 przyjęta przez Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) w 2002 r. (i zastąpiona w 2007 r.): „Powietrze na stanowiskach pracy – Wytyczne dotyczące pomiaru mikroorganizmów i endotoksyn zawieszonych w powietrzu”. Norma ta zawiera podstawowe definicje, podaje zalecenia dotyczące pobierania próbek metodami wolumetrycznymi i dopuszcza możliwość oceny stopnia mikrobiologicznego skażenia powietrza poprzez oznaczenie stężenia składników komórek mikroorganizmów (endotoksyn, glukanów) oraz ich metabolitów – pierwotnych (np. ATP) i wtórnych (np. miktotoksyny).

Kolejnym aktem normatywnym jest przyjęta przez PKN w 2004 r. (i zastąpiona w 2006 r.) Polska Norma PN-EN 14031 „Powietrze na stanowiskach pracy – Oznaczanie endotoksyn zawieszonych w powietrzu”. Określono w niej wytyczne do oceny narażenia na endotoksyny obecne w powietrzu na stanowiskach pracy. Norma ta opisuje metody pobierania, transportu, przechowywania i oznaczania tych immunologicznie reaktywnych składników bioaerozolu.

W czerwcu 2004 r. PKN uznał Normę Europejską „Powietrze na stanowiskach pracy – Przewodnik użytkowania i stosowania procedur do oceny narażenia na czynniki chemiczne i biologiczne” za Polską Normę PN-EN 14042 (norma została zastąpiona w 2010 r.). Norma ta zawiera wytyczne dotyczące procedur wyboru, zastosowania i obsługi przyrządów pomiarowych wykorzystywanych do pobierania czynników chemicznych i biologicznych na stanowiskach pracy, w środowisku zewnętrznym i nieprzemysłowym środowisku wewnątrz. Podaje ona zasady doboru procedur pomiarowych, charakterystyki działania przyrządów pomiarowych wraz z opisem metod pobierania oraz

praktyczne zasady ich stosowania w pomiarach indywidualnych i stacjonarnych. W odniesieniu do czynników biologicznych omawia metody pomiaru zawieszonych w powietrzu mikroorganizmów i endotoksyn z zastosowaniem impaktorów, impingerów i poborników z filtrem.

W 2005 r. została przez PKN przyjęta (a w 2008 r. zastąpiona) Polska Norma PN-EN 14583 „Powietrze na stanowiskach pracy – Wolumetryczne urządzenia do pobierania próbek bioaerozolu – wymagania i metody badań”. Określa ona wymagania i metody testowania służące wyznaczeniu sprawności mierników wolumetrycznych używanych do szacowania bioaerozoli na stanowiskach pracy.

Obecnie w skali światowej nie istnieją powszechnie obowiązujące wartości dopuszczalnych stężeń mikroorganizmów. W 2004 r. Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy (ZECB) zaproponował przyjęcie zalecanych wartości dopuszczalnych stężeń najpowszechniejszych kategorii mikroorganizmów i endotoksyny bakteryjnej w powietrzu pomieszczeń roboczych (Tabela 2). Zalecenia te, stosowane już od kilku lat w Polsce, mogą być pomocne nie tylko przy ocenie narażenia na szkodliwe czynniki biologiczne w środowisku pracy, ale także dla podjęcia odpowiednich działań profilaktycznych i prewencyjnych.

Tabela 2. Propozycje zalecanych dopuszczalnych stężeń drobnoustrojów i endotoksyny w powietrzu pomieszczeń roboczych zanieczyszczonych pyłem organicznym opracowane przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych

Czynnik mikrobiologiczny	Zalecane dopuszczalne stężenia w pomieszczeniach roboczych zanieczyszczonych pyłem organicznym
Bakterie (razem)	$1,0 \times 10^5$ jtk/m ³ *
Bakterie Gram-ujemne	$2,0 \times 10^4$ jtk/m ³ *
Promieniowce termofilne	$2,0 \times 10^4$ jtk/m ³ *
Grzyby	$5,0 \times 10^4$ jtk/m ³ *
Czynniki z grupy 3. i 4. zagrożenia	0 jtk/m ³
Endotoksyna bakteryjna	200 ng/m ³ (2000 JE/m ³)

jtk – jednostka tworząca kolonie; JE – Jednostka Endotoksyczna

* dla frakcji respirabilnej proponowane wartości powinny być o połowę niższe i wynosić: $5,0 \times 10^4$ jtk/m³ dla bakterii mezofilnych; $1,0 \times 10^4$ jtk/m³ dla bakterii Gram-ujemnych; $1,0 \times 10^4$ jtk/m³ dla promieniowców termofilnych; $2,5 \times 10^4$ jtk/m³ dla grzybów.

8. NAJCZĘŚCIEJ ZADAWANE PYTANIA

Czy pracodawca ma obowiązek wykonywać pomiary SCB na stanowiskach pracy?

„Stosowanie środków zapobiegawczych nie zwalnia pracodawcy od obowiązku przeprowadzania badań na obecność szkodliwego czynnika biologicznego, tam gdzie jest to konieczne i technicznie wykonalne” (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych).

Na podstawie jakich badań można stwierdzić obecność SCB na stanowiskach pracy?

Do wykrywania obecności czynników biologicznych w środowisku pracy i określenia rozmiarów ekspozycji, największe znaczenie ma badanie bioaerologii metodami wolumetrycznymi. Istotne może być również mikrobiologiczne badanie próbek organicznego pyłu osiadłego lub biosurowców, a także wymazów z instalacji przemysłowej.

Czy zwykłe maseczki „chirurgiczne” chronią przed czynnikami biologicznymi obecnymi w pyłe organicznym?

Nie, do ochrony układu oddechowego przed SCB należy stosować półmaski filtrujące FFP1 lub filtry P1 lub FFP2 lub filtry P2.

Czy istnieje szczepionka chroniąca przed boreliozą?

Nie. W przypadku zakażenia krętkiem *Borellia burgdorferi* należy jak najszybciej podjąć leczenie, ponieważ nieleczona borelioza może doprowadzić do nieodwracalnych zmian w organizmie człowieka.

Czy podczas oceny ryzyka należy wyszczególniać wszystkie SCB, czy tylko te najgroźniejsze?

Należy uwzględnić wszystkie prawdopodobne czynniki biologiczne występujące na stanowisku pracy, uwzględniając rodzaj i grupę zagrożenia, do której należy każdy ze szkodliwych czynników biologicznych oraz ich potencjalne działania alergizujące lub toksyczne.

Czy istnieją wartości NDS dla czynników biologicznych?

Obecnie w skali światowej nie istnieją powszechnie obowiązujące wartości dopuszczalnych stężeń mikroorganizmów.

W 2004 r. Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy zaproponował przyjęcie zalecanych wartości dopuszczalnych stężeń najpowszechniejszych kategorii mikroorganizmów i endotoksyny bakteryjnej w powietrzu pomieszczeń roboczych.

Jak długo bakterie i grzyby są w stanie przeżyć w powietrzu?

Zdolność przeżycia i rozprzestrzenianie się drobnoustrojów w środowisku zależy od ich budowy oraz od licznych czynników środowiskowych, takich jak: temperatura, wilgotność względna powietrza, zawartość tlenu, obecność organicznych i nieorganicznych źródeł substancji odżywczych, oddziaływania elektrostatyczne i jonowe. Mikroorganizmy wchodzące w skład bioaerozoli, będąc transportowane drogą powietrzną, nie podlegają namnażaniu, a w zależności od ich właściwości i warunków środowiska zdolne są do życia tylko przez pewien okres czasu podany w Tabeli 3.

Tabela 3. Czas przeżycia wybranych składników bioaerozolu w powietrzu

Składniki bioaerozolu	Czas przeżycia w powietrzu
Alergeny roztoczy	kilka miesięcy
Wirusy grypy	do 3 tygodni
<i>Staphylococcus</i> spp.	około 3 dni
<i>Streptococcus</i> spp.	do 48 godzin
<i>Streptococcus faecalis</i>	30-60 minut
<i>Escherichia coli</i>	30-60 minut
<i>Legionella pneumophila</i>	do 15 minut
Spory <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i>	do 12 lat

Jaki rodzaj biomasy jest najbardziej skażony przez mikroorganizmy?

Badania wykonane w CIOP-PIB wykazały, że najwyższe stężenia bakterii występowały w próbkach słomy z węglem, kory, trocin oraz biosurowców pochodzących z owoców oliwki. Najniższe stężenia bakterii odnotowano w biosurowcach przetworzonych w formie peletów.

Zanieczyszczenie grzybami, podobnie jak w przypadku bakterii, osiągnęło najwyższy poziom w próbkach słomy z węglem, kory oraz zrębkach drewna. Najniższe stężenie grzybów występowało w próbkach suszu owocowego.

Na których stanowiskach pracy jest największe zagrożenie czynnikami biologicznymi?

Badania przeprowadzone przez Pracownię Zagrożeń Biologicznych CIOP-PIB w elektrowniach i elektrociepłowniach wykazały, że najwyższe stężenia bakterii występowały na stanowiskach pracy, na których przeprowadzano mechaniczne rozdrabnianie (mielenie) biosurowca. Wysokie stężenia bakterii i grzybów stwierdzono na stanowiskach sortowania biosurowców oraz transportowania ich przy użyciu taśmociągów.

Jakie choroby mogą wywoływać bakterie i grzyby żyjące w biomasie?

Długotrwała ekspozycja na szkodliwe czynniki biologiczne zawarte w pyłe może prowadzić do wystąpienia wielu chorób układu oddechowego, np. przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP), astmy oskrzelowej, przewlekłego zapalenia oskrzeli, nadreaktywności oskrzeli, alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych (AZPP), syndromu toksycznego wywołanego pyłem organicznym (organic dust toxic syndrome, ODOTS) oraz podrażnień błon śluzowych, spojówek i skóry.

9. PODSUMOWANIE

Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na działanie szkodliwych czynników biologicznych jest niezbędnym elementem systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy w elektrowniach i elektrociepłowniach posiadających instalacje do spalania i współspalania biomasy. Wyniki tej oceny stanowią podstawę do podejmowania odpowiednich działań korygujących w celu ograniczenia narażenia na te czynniki. Ocena ryzyka zawodowego powinna być wykonywana zgodnie z harmonogramami za-

planowanymi według obowiązujących przepisów prawnych, za każdym razem po wprowadzeniu zmian na ocenianym stanowisku pracy, a także w przypadku wystąpienia zmian chorobowych u pracowników. Wyniki oceny należy rejestrować, a opracowany dokument starannie przechowywać.

10. WAŻNE PRZEPISY PRAWNE I NORMY

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. DzU 2005 nr 81, poz. 716 z późn. zm.: DzU 2008 nr 48, poz. 288.

PN-N-18002:2011 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.

PN-EN 149:2001 Sprzęt ochrony układu oddechowego – Półmaski filtrujące do ochrony przed cząstkami – Wymagania, badanie, znakowanie.




Dyrektywa 2000/54/WE Parlamentu Europejskiego oraz Rady Unii Europejskiej z dn. 18 września 2000 r. w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników biologicznych w miejscu pracy. Official Journal of European Communities L. 262/21, Bruksela.

11. PIŚMIENNICTWO

- Cisak E., Zwoliński J.: Profilaktyka boreliozy i innych chorób przenoszonych przez kleszcze jako chorób zawodowych. Oficyna Wydawnicza IMP, Łódź 2013.
- Dułkiewicz J., Górny R.L.: Biologiczne czynniki szkodliwe dla zdrowia – klasyfikacja i kryteria oceny narażenia. Medycyna Pracy 2002; 53(1): 29-39.

- Dutkiewicz J., Jabłoński L.: Biologiczne szkodliwości zawodowe. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1989.
- Gacek W., Majchrzycka K.: Środki ochrony indywidualnej. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 2004; 3(41): 53–60.
- Gołofit-Szymczak M., Jeżewska A., Ławniczek-Wałczyk A., Górny R.L.: Narażenie pracowników konserwujących instalacje wentylacyjne na szkodliwe czynniki biologiczne i chemiczne. Medycyna Pracy 2012; 63(6): 711-722.
- Gołofit-Szymczak M., Ławniczek-Wałczyk A.: Biomasa jako źródło zagrożeń biologicznych, Bezpieczeństwo Pracy 2011; 12: 17-19.
- Jankowska E., Więcek W.: Zapobieganie skutkom narażenia na pyły. W: Ryzyko zawodowe. Metodyczne podstawy oceny. Praca zb. pod red. Zawieska W.M., CIOP-PIB, Warszawa 2007.
- Łebkowska M.: Mikroorganizmy w materiałach filtracyjnych. Chłodnictwo i Klimatyzacja 2002; 4:12-13.
- Majchrzycka K., Brochocka A.: Ochrona układu oddechowego przed bioaerozolami. Bezpieczeństwo Pracy 2008; 12: 4-7.
- Majchrzycka K.: Indywidualna ochrona układu oddechowego przed biologicznymi czynnikami szkodliwymi. Zagrożenia biologiczne w rolnictwie. Praca zb. pod red. Dutkiewicz J., Lublin 1998.
- Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej (Realizacja obowiązku wynikającego z Rezolucji Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 lipca 1999 r. w sprawie wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych). Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2000.

ZAŁĄCZNIK 1: LISTA KONTROLNA (PRZYKŁADOWE PYTANIA)

Określenie obszaru pracy	
1.	Opis realizowanych przez pracownika zadań, liczba i kwalifikacje osób:.....
2.	Jakie typowe czynności są wykonywane przez pracownika?
3.	Jak często wykonywane są czynności w narażeniu na szkodliwe czynniki biologiczne:
4.	Jak długo może trwać narażenie na szkodliwe czynniki biologiczne:
Szkodliwe czynniki biologiczne	
Jakie szkodliwe czynniki biologiczne mogą występować na stanowisku pracy?	
Rodzaj czynnika	Grupa zagrożenia
Przenoszenie	Działanie na człowieka
Profilaktyka	
	
	
	

Informacja o szkodliwych czynnikach biologicznych	Tak	Nie	Uwagi
Czy występują czynniki z 2. grupy zagrożenia?			
Czy występują czynniki z 3. grupy zagrożenia?			
Czy występujące czynniki mogą wnikać do organizmu drogą bezpośrednią (przez skałeczenie)?			
Czy występujące czynniki mogą wnikać do organizmu drogą pokarmową?			
Czy występujące czynniki mogą wnikać do organizmu drogą powietrzno-pyłową lub powietrzno-kropelkową?			
Czy występujące czynniki biologiczne posiadają działanie alergizujące?			
Czy występujące czynniki biologiczne posiadają działanie toksyczne?			
Czy występujące czynniki biologiczne stwarzają szczególne zagrożenie np. dla kobiet w ciąży lub osób młodocianych?			
Czy wykonywane są czynności obejmujące wiele etapów manualnych?			
Czy istnieje możliwość skałeczeń?			
Czy wykonywane są czynności z powstawaniem bioaerozoli?			
Czy kiedykolwiek były wykonywane pomiary mikrobiologiczne?			
Czy występowały zachorowania związane z wykonywaniem czynności w narażeniu na czynniki biologiczne?			
Klasyfikacja czynności			
Czy wykonywane są czynności zamierzone? Czy wykonywane są wyłącznie czynności niezamierzone?			
Stosowane działania ochronne			
Środki hermetyczności			
Czy są stosowane, a jeśli tak, to jakie i czy odpowiadają one wymogom opisanym w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 2005 r.?			

Działania techniczne			
Czy stosowana jest odzież robocza (kurtki, spodnie, kombinezony)?			
Czy zapewniona jest ochrona rąk (rękawice)?			
Czy zapewniona jest ochrona oczu?			
Czy zapewniona jest ochrona układu oddechowego?			
Czy stosowane jest obuwie robocze?			
Czy zapewniony jest przenośna lub stacjonarna myjka do przemywania oczu?			
Czy profilaktycznie stosowane są mydła i zasyпки z dodatkiem środków przeciugrzybiczych?			
Czy zapewnione są repelenty przeciwkleszczowe?			
Czy linie technologiczne są zautomatyzowane?			
Czy taśmociągi posiadają osłony zapobiegające pyleniu biosurowców?			
Czy miejsca składowania biosurowców są odgródzone (np. ścianami żelbetowymi)?			
Czy biosurowce składowane są w silosach?			
Czy stosowane są głowice mgłowe i dyfuzory ograniczające pylenie?			
Czy stosowane są odkurzacze przemysłowe do usuwania pyłu z biomasy?			
Czy regularnie wymieniane są filtry w odkurzaczach przemysłowych?			
Działania organizacyjne			
Czy obszar pracy jest oznakowany?			
Czy dostęp do obszaru pracy jest ograniczony wyłącznie dla osób uprawnionych?			
Czy istnieją Instrukcje stanowiskowe (obsługa urządzeń)?			
Czy istnieją plany/instrukcje postępowania awaryjnego na wypadek skażenia?			

Czy istnieją plany/instrukcja postępowania awaryjnego na wypadek podrażnienia oczu?			
Czy określone są procedury dezynfekcji pomieszczeń i sprzętu?			
Czy jest kontrola i nadzór nad szczepieniami ochronnymi?			
Czy pracownicy są poinformowani o możliwości immunizacji?			
Czy jest prowadzona kartoteka badań profilaktycznych?			
Czy przestrzegany jest bezwzględny zakaz jedzenia i picia na stanowiskach pracy?			
Czy pracownicy mają możliwość oddzielenia odzieży roboczej i cywilnej?			
Czy przeprowadzany jest okresowy instruktaż dla pracowników z zakresu narażenia na szkodliwe czynniki biologiczne?			
Czy przeprowadzany jest instruktaż dla osób niebędących pracownikami, a wykonujących prace zleczone na terenie zakładu z narażeniem na szkodliwe czynniki biologiczne?			
Czy pracownicy znają zasady usuwania kleszy z powierzchni ciała?			
Czy stanowiska składowania biomasy oznakowane są znakiem „zagrożenie czynnikiem biologicznym”?			
Czy strefy pylenia oznakowane są znakiem „zagrożenie czynnikiem biologicznym”?			