

## Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa mięsnego jako potencjalne zagrożenie pracowników

### Microbiological air pollution of production room of the meat processing plant as a potential threat to the workers

Barbara Breza-Boruta

Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy  
Kierownik Katedry: prof. dr hab. Z. Paluszak, Rektor UTP: dr hab. A. Bukaluk

#### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Hale produkcyjne zakładów mięsnych są specyficznym środowiskiem wymagającym stałego monitorowania czystości mikrobiologicznej powietrza. Bioaerozole stanowią zagrożenie zarówno dla bezpieczeństwa produkowanej żywności, jak i zdrowia narażonych pracowników. Dlatego też, podjęto badania w celu określenia mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa mięsnego oraz narażenia pracowników na aerozol biologiczny. **Materiał i metody.** Próbkę powietrza pobierano na 3 stanowiskach w halach produkcyjnych w okresie zimowym, metodą zderzeniową przy użyciu impaktora MAS-100. W badanym bioaerozolu oznaczono ogólną liczbę bakterii i grzybów pleśniowych, gronkowce oraz bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*. Stężenie mikroorganizmów przedstawiono w postaci jednostek tworzących kolonie w 1m<sup>3</sup> powietrza. **Wyniki.** Najwyższe stężenie bakterii mezofilnych stwierdzono na stanowisku 1 – przy tunelu zamrażalniczym. Natomiast największe skażenie gronkowcami oraz aerozolem grzybowym odnotowano w hali, gdzie kilkunastu pracowników pracowało przy pakowaniu mrożonek. Wśród oznaczonych grzybów dominowały pleśnie z rodzaju: *Penicillium*, *Alternaria* i *Cladosporium*. Wykryto również gatunki grzybów potencjalnie chorobotwórczych o właściwościach toksynotwórczych i alergizujących. W badanym bioaerozolu na wszystkich stanowiskach występowały bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, które również mogą powodować wiele niekorzystnych skutków zdrowotnych u narażonych osób. **Wnioski.** Poziom koncentracji jak i skład drobnoustrojów we wdychanym powietrzu stanowią cenne informacje do określenia ryzyka zawodowego i potencjalnego zagrożenia dla pracowników zajmowanych stanowisk pracy. Obecne w badanym powietrzu potencjalnie chorobotwórcze drobnoustroje (gronkowce, bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*

oraz niektóre grzyby pleśniowe) zgodnie z Dyrektywą 2000/54/WE należą do 2 grupy ryzyka i zagrożenia szkodliwymi czynnikami biologicznymi. Identyfikacja zagrożeń biologicznych ułatwia pracodawcy zastosowanie odpowiednich środków ochrony, a pracownikom obowiązku ich stosowania.

**Słowa kluczowe:** bioaerozol, grzyby pleśniowe, pracownicy, zakład mięsny

#### ABSTRACT

**Introduction.** Production rooms of the meat plants are the specific environment that require constant monitoring of microbiological air purity. Bioaerosols pose a threat to the safety of produced food and a considerable risk to health of exposed workers. The aim of this study was to estimate the air microbiological pollution in production rooms of the meat processing plant and exposure of the workers to biological aerosol. **Material and methods.** Air samples were collected at 3 stands in production rooms during winter, with the compaction method using the impactor MAS-100. The total number of bacteria and moulds, Staphylococci and bacteria of the family *Enterobacteriaceae* were determined in the studied bioaerosol. The concentration of microorganisms was presented in the form of colony forming units in 1m<sup>3</sup> of air. **Results.** The highest concentration of mesophilic bacteria was found at stand 1 – at the freezing tunnel; whereas the highest contamination with staphylococci and fungal aerosol was found in the room where several workers were employed at packing frozen food. Among determined fungi predominated moulds of the genera: *Penicillium*, *Alternaria* and *Cladosporium*. Also species of potentially pathogenic fungi which produce toxins and have allergizing properties were detected in the studied bioaerosol. Bacteria of the family *Enterobacteriaceae*,

which also may cause many unfavourable health effects in exposed people, occurred at all stands. **Conclusion.** The concentration level and microbial composition in the inhaled air make valuable information for determination of occupational risk and a potential threat to workers of their workstations. Potentially pathogenic microorganisms present in the studied air (staphylococci, bacteria of the family *Enterobacteriaceae* and some

moulds) according to the Directive 2000/54/EC I belong to the 2nd group of risk and threat of harmful biological agents. Identification of biological threats makes it easier for the employer to apply proper protection measures, and for the employees to feel obligated to use them.

**Keywords:** bioaerosol, moulds, workers, meat plant

## WSTĘP

Istotnym czynnikiem w zakładach produkcji i przetwórstwa mięsa jest czystość mikrobiologiczna powietrza, która wpływa na bezpieczeństwo produkowanych wyrobów, jak i zatrudnionych pracowników. Powietrze jest jednym ze źródeł, a zarazem drogą przenoszenia niepożądanych drobnoustrojów na wszystkich obszarach przetwarzania i przechowywania żywności [1, 2]. W skład mikroflory powietrza wchodzi drobnoustroje pochodzące z surowców, środków produkcji, opakowań, pracowników oraz wentylacji. Mimo, że powietrze jest ośrodkiem tylko okresowego przebywania drobnoustrojów, to jednak zachowują one swój potencjał infekcyjny [3, 4]. Bioaerozole stanowią od 5 do nawet 34% zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego. Najdłużej w powietrzu utrzymuje się aerazol o cząsteczkach mniejszych od 5,0 µm, zaś większe ulegają sedymentacji [5]. Z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowia ludzi, największe znaczenie ma frakcja respirabilna, a więc cząstki poniżej 7 µm, które wraz z wdychanym powietrzem dostają się do górnych i dolnych dróg oddechowych. Cząstki biologiczne zawieszony w powietrzu mogą być nie tylko bezpośrednią przyczyną alergii i astmy, ale także czynnikami etiologicznymi wielu innych chorób [4, 6].

W powietrzu pomieszczeń produkcyjnych obecna jest typowa mikroflora saprofityczna, w której dominują bakterie z rodzaju *Bacillus* i *Micrococcus* oraz grzyby strzępkowe z rodzaju *Penicillium*, *Cladosporium* i *Aspergillus* [1, 7]. Ponadto w zależności od przetwarzanego surowca mogą występować specyficzne rodzaje mikroorganizmów, w tym patogenów. Dla przemysłu mięsnego charakterystycznymi mikroorganizmami są m.in. chorobotwórcze bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Proteus* spp.), *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus* spp., *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Clostridium botulinum* i inne [8-10]. W zależności od rodzaju pomieszczenia skład mikroflory może być różny i zależy głównie od liczby pracowników w strefie produkcji, wpływu środowiska zewnętrznego, zanieczyszczenia surowców, wilgotności i temperatury. Stopień skażenia powietrza zależy również od stanu sanitarnego pomieszczeń produkcyjnych, urządzeń, kanalizacji ściekowej oraz wentylacji [1, 3, 11].

Narażenie pracowników na czynniki biologiczne w środowisku zawodowym często może być powodem wystąpienia wielu niekorzystnych skutków zdrowot-

nych, poczynając od prostych podrażnień i dolegliwości, przez reakcje alergiczne, aż do wystąpienia infekcji, chorób zakaźnych i reakcji toksycznych [12, 13]. Nieodzownym postępowaniem powinien być ciągły monitoring czystości mikrobiologicznej powietrza w zakładach mięsnych.

Celem badań było określenie stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa mięsnego oraz narażenia pracowników na aerazol biologiczny.

## MATERIAŁ I METODY

Badania mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza przeprowadzono wewnątrz hal technologicznych zakładu przetwórstwa mięsnego w województwie kujawsko-pomorskim. Przedsiębiorstwo zatrudnia około 200 pracowników, zajmuje się przetwórstwem oraz sprzedażą mrożonego i świeżego mięsa drobiowego. Próbkę powietrza pobierano na trzech stanowiskach pracy tj. przy wlocie tunelu zamrażalniczego (pkt 1), w sektorze gdzie znajdował się wylot tunelu zamrażalniczego i pakowano produkty mrożone (pkt 2) oraz w miejscu trybowania i skórowania przez załogę mięsa drobiowego (pkt 3). Temperatura powietrza na wytypowanych stanowiskach w hali produkcyjnej wynosiła 7 °C. Pomiary prowadzono metodą zderzeniową z użyciem próbnika powietrza MAS-100, firmy Merck. Analizy wykonywano w godzinach przedpołudniowych w czasie aktywnej pracy załogi, w trzech powtórzeniach zimą 2015 r.

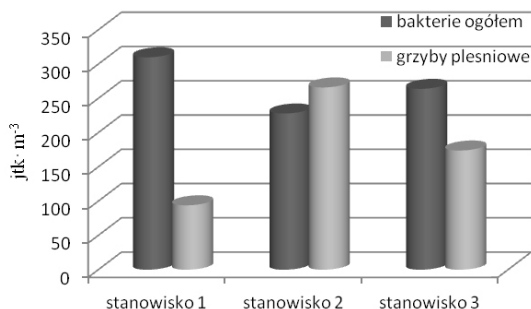
W celu określenia składu bioaerozolu użyto odpowiednich podłoży wybiórczych i zastosowano zalecany czas i temperaturę inkubacji: ogólną liczbę bakterii izolowano na podłożu odżywczym standardowym - Standard I Nutrient Agar firmy Merck (inkubacja 37 °C, 48 h), grzyby pleśniowe na agarze brzczkowym (inkubacja 26 °C, 120h), a ich badania diagnostyczne na podłożu PDA (Potato-Dextrose Agar firmy Merck), bakterie z rodzaju *Staphylococcus* na podłożu Chapmana (inkubacja 37 °C, 24-48h) oraz bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* na Agarze Endo z fuksyną i laktozą firmy Merck (inkubacja 37 °C, 24h). Identyfikację mikroorganizmów prowadzono na podstawie obserwacji makro- i mikroskopowych, wykonując badania morfologiczne i fizjologiczne. W przypadku gronkowców wyodrębniono kolonie mannitolododatnie i mannitoloujemne. Dla potwierdzenia wykonano preparaty barwione metodą

Gram. U wszystkich zdiagnozowanych szczepów gronkowców przeprowadzono reakcję na wytwarzanie koagulazy stosując zliofilizowaną plazmę króliczą. Cecha koagulazododatnia jest charakterystyczna dla danego gatunku i stanowi ważną właściwość w jego taksonomii. Do określenia przynależności systematycznej grzybów pleśniowych posłużono się kluczami mykologicznymi Domscha i wsp. [14].

Koncentrację mikroorganizmów wyrażono jako liczbę jednostek tworzących kolonie w  $1 \text{ m}^3$  powietrza ( $\text{jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ ), a przedstawione wartości są średnimi z trzech powtórzeń dla każdej badanej grupy drobnoustrojów.

## WYNIKI

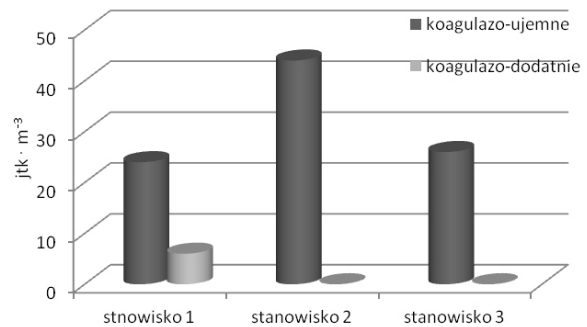
Wyniki pomiarów stężenia aerozolu bakteryjnego i grzybowego w powietrzu hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa mięsa przedstawiono na ryc. 1-4. Analiza mikrobiologiczna powietrza wykazała największą średnią koncentrację ogólnej liczby bakterii na poziomie  $3,1 \times 10^2 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$  przy wlocie tunelu zamrażalniczego (stanowisko 1), zaś najmniejszą w ilości  $2,2 \times 10^2 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$  w hali z wylotem tunelu zamrażalniczego (stanowisko 2). Liczba grzybów w badanych strefach produkcyjnych kształtowała się w granicach od  $9,4 \times 10^1 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$  do  $2,6 \times 10^2 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ , uzyskując najwyższe wartości na stanowisku 2, a najniższe na stanowisku 1 (ryc.1).



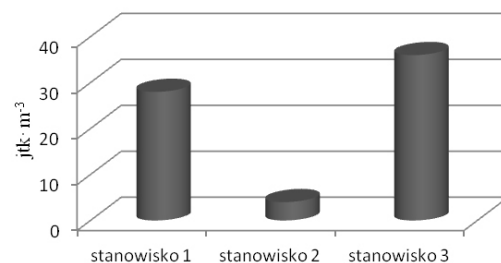
Ryc. 1. Koncentracja ogólnej liczby bakterii i grzybów w powietrzu hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa mięsnego

Fig. 1. Concentration of the total number of bacteria and fungi in the air of the meat processing plant production rooms

W ramach badań oznaczono również w monitorowanych strefach produkcyjnych występowanie gronkowców oraz bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Jak wynika z przedstawionych danych (ryc. 2) zawartość gronkowców w bioaerzolu wahała się od  $2,6$  do  $4,4 \times 10^1 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$ . Wśród oznaczonych gronkowców wykryto 6 izolatów koagulazo-dodatnich na stanowisku 1. W przypadku bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* poziom liczebności nie przekroczył  $3,6 \times 10^1 \text{ jtk} \cdot \text{m}^{-3}$  (ryc. 3). Najwięcej wyizolowano ich z powietrza pobranego w sektorze trybowania i skórowania mięsa drobiowego (stanowisko 3).

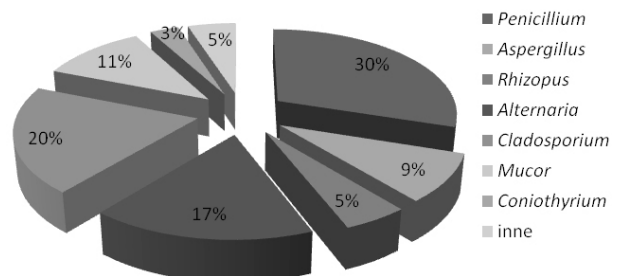


Ryc. 2. Koncentracja gronkowców w powietrzu hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa mięsnego  
Fig. 2. Concentration of staphylococci in the air of the meat processing plant production rooms



Ryc. 3. Koncentracja bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* w powietrzu hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa mięsnego  
Fig. 3. Concentration of bacteria of the family *Enterobacteriaceae* in the air of the meat processing plant production rooms

Na podstawie przeprowadzonej diagnostyki taksonomicznej wykazano, że w powietrzu hal produkcyjnych dominowały pleśnie z rodzajów: *Penicillium* (30%), *Cladosporium* (20%), *Alternaria* (17%) (ryc.4). Najbardziej zróżnicowany skład aerozolu grzybowego występował na stanowisku 2, gdzie wykryto jeszcze takie rodzaje jak: *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Coniothyrium* (tab. I).



Ryc. 4. Procentowy udział grzybów pleśniowych w powietrzu hal produkcyjnych  
Fig. 4. Percentage of moulds in the air of production rooms

Tabela I. Oznaczone grzyby pleśniowe w powietrzu na badanych stanowiskach  
Table I. Moulds determined in the atmospheric air on the stands tested

Rodzaj pleśni Stanowisko pomiarowe		
1	2	3
<i>Penicillium</i> <i>Alternaria</i> <i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i> <i>Alternaria</i> <i>Cladosporium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Rhizopus</i> <i>Mucor</i> <i>Coniothyrium</i>	<i>Penicillium</i> <i>Alternaria</i> <i>Cladosporium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Mucor</i>

## DYSKUSJA

Przeprowadzona analiza mikrobiologiczna powietrza na trzech wytypowanych stanowiskach pracy w halach technologicznych zakładu mięsnego pozwoliła wstępnie ocenić narażenie personelu na szkodliwe działanie obecnego bioaerozolu. Ryzyko zagrożenia zawodowego na czynniki biologiczne jest bezpośrednio związane z rodzajem wykonywanych czynności zawodowych, właściwościami obecnych czynników, ich potencjału infekcyjnego oraz czasu ekspozycji [12, 15]. Jak podaje Flannigan i in. [4] oraz Cabral [7] zagrożenie stwarza nie tylko obecność w powietrzu drobnoustrojów chorobotwórczych, ale również nadmierna ilość drobnoustrojów saprofitycznych. Zdecydowanie największe stężenie bakterii ogółem było na stanowisku 1, gdzie dwóch pracowników przygotowywało porcje surowego mięsa do zamrożenia w tunelu zamrażalniczym. Czynnikiem wpływającym na poziom skażenia był ciągły obieg surowca, na którym uprzednio w chłodni w czasie przechowywania mogły już rozwijać się zimnolubne bakterie. Stanowisko 2 znajdowało się w hali z wylotem tunelu zamrażalniczego, gdzie odbywało się pakowanie zmrożonego mięsa w opakowania jednostkowe. Pracowało na tym stanowisku kilkunastu pracowników, panował duży ruch, a w pomieszczeniu obecne były także opakowania i kosze magazynowe. Wszystko to wpływało na potencjalne zwiększenie się ilości mikroorganizmów w powietrzu. Na tym obszarze produkcji odnotowano największe skażenie aerozolem grzybowym oraz gronkowcami. W oparciu o zarejestrowane stężenia mikroorganizmów stwierdzić można narażenie zdrowia osób przebywających w tym sektorze produkcji. Najwięcej osób pracowało w hali na stanowisku 3, przy skórowaniu i trybowaniu udek drobiowych (ok. dwudziestu osób). Na tym stanowisku w dużej ilości znajdował się schłodzony surowiec przywożony na bieżąco z magazynu. Z pobranego w tym punkcie powietrza wykryto najwięcej w porównaniu z innymi sektorami produkcji bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Jak podaje Górny [16], opierając się na zaleceniach Krzysztofika, w przemyśle mięsnym dopuszczalny stopień mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza nie powinien przekraczać poziomu  $5,0 \times 10^2$  jtk  $m^{-3}$ . Zatem, stosując takie kryterium, stan mikrobiologiczny badanego powietrza hal technologicznych w zakładzie należy uznać za zadowalający. Jednakże dla ogólnej liczby grzybów dopusz-

czalny poziom w powietrzu pomieszczeń produkcyjnych wynosi  $0-1,0 \times 10^2$  jtk  $m^{-3}$  [16]. Według tych wartości progowych należy stwierdzić, że zostały one znacznie przekroczone przez stężenie grzybów na stanowisku 2 i 3. W Polsce nie ma powszechnie akceptowanych kryteriów oceny oraz ogólnie uznanych wartości normatywnych (referencyjnych) i zaleceń metodycznych. Brak ogólnie ustalonych wytycznych dotyczących jakości mikrobiologicznej powietrza powoduje, że oceny tej dokonuje się na podstawie propozycji normatywów higienicznych, określających wartości progowe stężenia mikroorganizmów w powietrzu [13, 17]. W badaniach przeprowadzonych przez Kręgiel [18] zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza hali technologicznej wynosiło odpowiednio dla bakterii 40 jtk  $m^{-3}$  i pleśni 1243 jtk  $m^{-3}$ . Jednakże poziom stężenia grzybów pleśniowych zmieniał się w zależności od pory roku w jakich wykonywano analizy, mimo że były przeprowadzane wewnątrz zakładu, natomiast liczba mikroflory bakteryjnej utrzymywała się na stałym poziomie. Na poziom stężenia i skład bioaerozolu w halach produkcyjnych istotny wpływ mają takie parametry jak temperatura, wilgotność oraz kierunek i prędkość ruchu powietrza. W monitorowanych halach produkcyjnych temperatura powietrza nie przekraczała  $7^\circ C$ , a zatem były to warunki mało sprzyjające dla drobnoustrojów. Mimo to, oznaczona liczebność gronkowców kształtowała się na wysokim poziomie, podobnie jak bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Część z tych drobnoustrojów mogła pochodzić od załogi. Przypuszcza się, że ponad 25% mikroorganizmów obecnych w powietrzu hal produkcyjnych pochodzi właśnie od pracowników [1, 11]. Spośród wyizolowanych gronkowców oznaczono 6 szczepów koagulazo-dodatnich. Jak wiadomo cecha ta związana jest ze zdolnością lub brakiem do wytwarzania zewnątrzkomórkowego białka stymulującego proces krzepnięcia plazmy. Do gronkowców koagulazo-dodatnich należy kilka gatunków, z których największe znaczenie ma gronkowiec złocisty odpowiedzialny za wiele różnych zakażeń człowieka. Doniesienia wielu autorów wskazują na ich istotny udział jako czynników etiologicznych licznych infekcji, dotyczących praktycznie wszystkich tkanek i narządów wykorzystując różne patomechanizmy, począwszy od inwazji i tworzenia ropni po działania egzotoksyn. [19, 20]. Obecne w badanym powietrzu bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* również mogły stanowić potencjalne zagrożenie, zwłaszcza dla pracowników na stanowisku 3, gdzie wykryto ich najwięcej. Do rodziny tej należą liczne chorobotwórcze dla ludzi gatunki, np. z rodzaju: *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella* i *Proteus*, które z łatwością przenoszą się drogą aerogenną i stanowią znaczącą część bioaerozolu [1, 21]. Szkodliwe działanie bakterii Gram-ujemnych w środowisku pracy potęguje obecność endotoksyn, które wytwarzane są w ich błonie zewnętrznej. Endotoksyny zawarte w powietrzu wykazują działanie antyfazycytozowe, zapalne i pyrogenne, mogą wywołać także szok endotoksyczny [22, 23]. Zarówno przedstawiciele z rodzaju *Staphylococcus* jak i z rodziny *Enterobacteriaceae* należą do 2 grupy ryzyka i zagrożenia szkodliwymi czynnikami biologicznymi zgodnie z Dyrektywą 2000/54/WE [24]. Na podstawie zaleceń przedstawionych przez Górnego nie wskazana jest obecność

patogenów w powietrzu zakładów przemysłu mięsnego [13, 16].

Oznaczone grzyby w powietrzu hal produkcyjnych m.in. z rodzajów: *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium* stanowią typową mikroflorę powietrza atmosferycznego [4, 7], jedynie dość nietypowym dla tego środowiska był izolat *Coniothyrium* spp., który głównie występuje na roślinach i znany jest z nadpasożytniczych właściwości wobec *Sclerotinia* sp. Również w badaniach przeprowadzonych przez Kręgiel [18] w bioaerozolu hali technologicznej największy udział stanowiły grzyby z rodzaju *Penicillium* (31%), *Alternaria* (28%), *Cladosporium* (24%) oraz *Fusarium* (6%). Mimo, że koncentracja ogólnej liczby grzybów kształtowała się na niewysokim poziomie  $10^2$  jtk·m<sup>-3</sup>, to jak podaje Flannigan i in. [4] zagrożenie stanowić może mało zróżnicowany ich skład, zwłaszcza dominacja jednego gatunku. Z badań epidemiologicznych wynika, iż grzyby z rodzaju *Alternaria* i *Cladosporium*, a w dalszej kolejności *Penicillium* i *Aspergillus* są najważniejszym źródłem alergenów pleśniowych [6]. Poza alergiami grzyby pleśniowe o właściwościach toksynotwórczych mogą wywoływać działanie cytotoksyczne, neuro- i nefrotoksyczne, teratogenne i rakotwórcze. Długotrwały kontakt człowieka z gatunkami wytwarzającymi mykotoksyny, może doprowadzić do wielu chorób (mykotoksykozy), a nawet śmierci [4, 7, 12]. Z badań diagnostycznych grzybów wynika, że w badanym bioaerozolu również występowały grzyby potencjalnie zdolne do wytwarzania mykotoksyn. Wśród grzybów z rodzaju *Cladosporium* oznaczono gatunek *C. herbarum*, który poza właściwościami alergizującymi wykazuje zdolność do wytwarzania mykotoksyny o działaniu podobnym do ochratoksyny A. W grupie izolatów z rodzaju *Alternaria* zdiagnozowano m.in. *A. alternata*, który znany jest jako czynnik etiologiczny grzybic podskórnych i głębokich, a także z produkcji alternariolu, kwas tenazonowego i trichotecenu [4]. Na uwagę zasługują również grzyby z rodzaju *Aspergillus*, które w badanym powietrzu nie przekroczyły 10% udziału grzybów ogółem. Należy zaznaczyć, że objawy chorobowe wiąże się nie tylko z bezpośrednią ekspozycją na grzyby czy bakterie, ale także z narażeniem na kontakt z ich szkodliwymi produktami metabolizmu (mykotoksyny, glukany, endotoksyny bakteryjne, lotne związki organiczne i in.) [22, 23, 25].

Wiedza o zagrożeniach czynnikami biologicznymi stanowi podstawę właściwej oceny ryzyka zawodowego i umożliwia zapoznanie pracownika z potencjalnymi zagrożeniami oraz ich skutkami narażenia zdrowia. W literaturze krajowej od kilku lat pojawiają się coraz liczniejsze publikacje dotyczące stanu aerosanitarne, niestety obecnie w Polsce nie ma odpowiednich obowiązujących aktów prawnych regulujących dopuszczalne zawartości drobnoustrojów w powietrzu, zarówno atmosferycznym, jak i w pomieszczeniach zamkniętych [13, 17, 25].

## WNIOSKI

1. Najwyższy poziom skażenia powietrza bakteriami potencjalnie chorobotwórczymi oznaczono na stanowiskach, gdzie znajdował się surowiec na bieżąco dostar-

czany z magazynu, czyli przy wlocie tunelu zamrażalniczego oraz na stanowisku skórowania i trybowania ud drobiowych.

2. Obecność gronkowców, bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* oraz grzybów potencjalnie chorobotwórczych w badanym powietrzu stanowi zagrożenie dla pracowników zakładu. Zgodnie z Dyrektywą 2000/54/WE niektóre z powyższych drobnoustrojów zaliczane są do drugiej grupy ryzyka i zagrożenia szkodliwymi czynnikami biologicznymi.

3. Zarówno poziom koncentracji jak i skład drobnoustrojów we wdychanym powietrzu stanowią cenne informacje do określenia ryzyka zawodowego i potencjalnego zagrożenia dla pracowników zajmowanych stanowisk pracy. Identyfikacja zagrożeń biologicznych ułatwia pracodawcy zastosowanie odpowiednich środków ochrony, a pracownikom obowiązku ich stosowania.

4. Dbając o bezpieczeństwo pracowników zakładów przetwórstwa mięsnego przebywających wewnątrz hal produkcyjnych, istotne jest zminimalizowanie do najniższej możliwej stężenia aerozolu bakteryjnego i grzybowego, co pozwoli optymalnie zabezpieczyć załogę przed ryzykiem infekcji przenoszonych drogą aerogenną.

---

Źródło finansowania: BS 48/14 – badania statutowe

## PIŚMIENICTWO

1. Shale K., Lues J. F. R.: The etiology of bioaerosols in food environments. *Food Reviews International* 2007; 23: 73-90.
2. Syne S.M., Ramsubhag A., Adesiyun A. A.: Microbiological hazard analysis of ready-to-eat meats processed at a food plant in Trinidad, West Indies. *Infect Ecol Epidemiol* 2013; 3: 1-12.
3. Salustiano V.C., Andrade N.J., Brandão S.C.: Microbiological air quality of processing areas in a dairy plant as evaluated by the sedimentation technique and a one-stage air sampler. *Braz J Microbiol* 2003; 34: 255-259.
4. Flannigan B., Samson R.A., Miller J.D.: Microorganisms in home and indoor work environments. Diversity, health impacts, investigation and control. Wyd. 2. Londyn. CRC Press. ISBN 9781420093346; 2011: 539.
5. Stetzenbach L.D., Buttner M. P., Cruz P.: Detection and enumeration of airborne biocontaminants. *Current Opinion in Biotechnol* 2004; 15: 170-174.
6. Kim K. H., Jahan S.A., Kabir E.: A review on human health perspective of air pollution with respect to allergies and asthma. *Environ Internat* 2013; 59: 41-52.
7. Cabral J.P.: Can we use indoor fungi as bioindicators of indoor air quality? Historical perspectives and open questions. *Sci Total Environ* 2010; 408: 4285-4295.
8. Kołożyn-Krajewska D.: Higiena produkcji żywności. Wyd. SGGW, Warszawa, 2013: 175.

9. Dobeic M., Kenda E., Mičunovič J. i wsp.: Airborne *Listeria* spp. in the Red Meat Processing Industry. Czech J Food Sci 2011; 29 (4): 441-447.
10. Shale K.: The distribution of Staphylococci in bioaerosols from red-meat abattoirs. J Environ Health 2006; 69: 25-32.
11. Kummer V., Thiel W. R.: Bioaerosol – sources and control measures. Int J Hyg Environ Health 2008; 211: 299-307.
12. Dutkiewicz J., Śpiewak R., Jabłoński L. i wsp.: Biologiczne Czynniki Zagrożenia Zawodowego. Klasyfikacja, Narazone Grupy Zawodowe, Pomiary, Profilaktyka. Ad punctum, Lublin, 2007: 160.
13. Górny R.L.: Aerozole biologiczne – rola normatywów higienicznych w ochronie środowiska i zdrowia Med Środ / Environ Med 2010; 13/1: 41-51.
14. Domsch K.H., Gams W., Anderson T.H., Compendium of soil fungi. New York: Academic Press. 1990.
15. Nowakowicz-Dębek B., Wlazło Ł., Klimek K. i wsp.: Narazenie pracowników fermy zwierząt futerkowych na aerozol biologiczny. Medycyna Ogólna Nauki o Zdrowiu. 2011; 17/1: 12-16.
16. Górny R.L.: Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych. PiMOŚP 2004; 3/41: 17-39.
17. Chmiel M.J., Frączek K., Grzyb J.: Problemy monitoringu zanieczyszczeń mikrobiologicznych powietrza Woda Środ Obsz Wiej 2015; 15: 17-27.
18. Kregiel D.: Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza hali technologicznej a jakość produkowanych opakowań. Żywność Nauka Technologia Jakość 2006; 1/46: 52-58.
19. Kadariya J., Smith T. C., Thapaliya D.: *Staphylococcus aureus* and Staphylococcal Food-Borne Disease: An Ongoing Challenge in Public Health. Biomed Res Int 2014; 2014: 827965.
20. Tong S.Y., Davis J.S., Eichenberger E. i wsp.: Staphylococcus aureus infections: epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management. Clin Microbiol Rev 2015; 28/3: 603-661.
21. Jarzab A., Górnska-Frączek S., Rybka J., Witkowska D.: Zakażenia pałeczkami jelitowymi – diagnostyka, oporność na antybiotyki i profilaktyka. Postępy Hig Med Dośw 2011; 65: 55-72.
22. Ławniczek-Wałczyk A., Górny R. L.: Endotoxins and  $\beta$ -glucans as markers of microbiological contamination—characteristics, detection, and environmental exposure. Ann Agric Environ Med 2010; 17: 193-208.
23. Michalak A., Pawlas K.: Endotoksyny jako źródło środowiskowego oraz zawodowego zagrożenia dla zdrowia człowieka. Med Środ/Environ Med 2013; 16/2: 7-13.
24. Dyrektywa 2000/54/WE Parlamentu Europejskiego oraz Rady Unii Europejskiej z dnia 18 września 2000 r. w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników biologicznych w miejscu pracy. Official J Eur Communities L. 262/21, Bruksela.
25. Gołofit-Szymczak M., Ławniczek-Wałczyk A., Górny R.L.: Ilościowa i jakościowa kontrola szkodliwych czynników biologicznych w środowisku pracy. PiMOŚP 2013; 2/76: 5-17.

*Adres do korespondencji:*

Barbara Breza-Boruta, Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii UTP, ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz, tel. 523749535, e-mail: breza@utp.edu.pl