

OCENA MIKROBIOLOGICZNA JAKOŚCI POWIETRZA W ZAKŁADACH PIEKARNICZYCH

Elżbieta Wołejko¹, Agnieszka Kowaluk-Krupa¹, Urszula Wydro¹, Andrzej Butarewicz¹,
Agata Jabłońska-Trypuć¹, Jolanta Piekut², Dorota Dec², Tadeusz Łoboda¹

¹ Zakład Biologii Sanitarnej i Biotechnologii, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45D, 15–351 Białystok, e-mail: e.wolejko@pb.edu.pl

² Zakład Inżynierii Rolno-Spożywczej i Leśnej, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45E, 15–351 Białystok

STRESZCZENIE

Celem niniejszej pracy była ocena stanu jakości mikrobiologicznej powietrza w zakładach piekarniczych zlokalizowanych na terenie województwa podlaskiego. Badania wykonano jesienią 2014 roku na terenie trzech zakładów piekarniczych. Próby powietrza pobierano metodą zderzeniową z użyciem próbnika powietrza MAS-100 (Merck, Niemcy). Mikrobiologiczne badania powietrza obejmowały oznaczenie ogólnej liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych, bakterii wskaźnikowych tj. bakterii z gatunku *Pseudomonas fluorescens*, gronkowców mannitolododatnich i manitoloujemnych oraz grzybów pleśniowych znajdujących się w powietrzu atmosferycznym. Zanieczyszczenie powietrza wewnętrznego w badanych piekarniach pod kątem mikrobiologicznym różniło się w zależności od rodzaju lokalizacji zakładu produkcyjnego. Stężenia występujących wewnątrz zakładów bakterii mezofilnych i *Staphylococcus* mannitolododatnich oraz manitoloujemnych przekraczały wartości graniczne określone dla powietrza niezanieczyszczonego. Nie odnotowano natomiast w analizowanych piekarniach nadmiernego zanieczyszczenia powietrza grzybami pleśniowymi. Najwyższą liczbę grzybów w powietrzu wykryto w piekarni 1, natomiast w pozostałych piekarniach ich liczba utrzymywała się na poziomie czystego powietrza atmosferycznego.

Słowa kluczowe: piekarnie, bakterie, grzyby, zanieczyszczenie powietrza.

THE ASSESSMENT OF MICROBIOLOGICAL INDOOR AIR QUALITY IN BAKERIES

ABSTRACT

The aim of this study was to assess microbiological indoor air quality of selected bakeries located in the region of Podlasie. The microbiological studies were conducted in autumn in 2014 in three selected bakeries. Microbiological air counts were measured by impaction using an air sampler MAS-100 NT. The microbiological air studies, comprised the determination of the total number of psychrophilic and mesophilic bacteria, namely indicator bacteria such as: bacteria of the species *Pseudomonas fluorescens*, mannitol-positive and mannitol-negative *Staphylococcus*, the total number of bacteria from the *Enterobacteriaceae* family and fungi found in atmospheric air. The results of the study of indoor air polluted with the analyzed groups of microorganisms differed depending on the type of test air and the location of the manufacturing plant. In the plants, the concentration of mesophilic bacteria and mannitol-positive and mannitol-negative *Staphylococcus* exceeded the limit values of unpolluted air, according to the Polish Standard recommendations.

Keywords: bacteria, fungi, indoor air quality, bakeries.

WSTĘP

Stan jakości powietrza atmosferycznego, a także powietrza w pomieszczeniach zamkniętych, wraz z rozwojem cywilizacji z roku na rok stale drastycznie się pogarsza [Chmiel i in. 2015]. Jak wskazują Cabral [2010] i Flannigan i

in. [2011], warunki środowiskowe i rozwojowe mikroorganizmów znajdujących się w powietrzu atmosferycznym, jak również w pomieszczeniach zamkniętych, znacząco odbiegają od siebie zarówno pod względem liczbowym jak i gatunkowym. Inne jest także źródło pochodzenia danych mikroorganizmów.

W pomieszczeniach zamkniętych o dużym zagęszczeniu ludzi, liczba drobnoustrojów jest wielokrotnie większa niż w miejscach otwartych, natomiast ich skład ilościowy i jakościowy w tych pomieszczeniach jest bardziej stabilny. Powietrze wewnątrz jest szczególnie bogate w mikroorganizmy chorobotwórcze wydzielane przez ludzi wraz ze śliną podczas kichania i kasłania [Zmysłowska 2009]. Szacuje się, że dorosły człowiek wykonuje ok. 20–22 tys. oddechów na dobę – wdychając w tym czasie od 10 do 20 m³ powietrza wraz ze wszystkimi zanieczyszczeniami w nim zawieszonymi [Cabral 2010, Dacarro i in. 2003]. Szacunkowo podaje się, że czas przebywania ludzi w zamkniętych budynkach na dobę wynosi około 87% [Yang i in. 2009]. Dlatego, czystość powietrza w miejscu pracy stanowi podstawowy czynnik, który istotnie wpływa na stan zdrowia ludzi tam pracujących [Gładysz i in. 2010]. Jak sugeruje Gutarowska [2007], dominującą mikroflorą powietrza są grzyby strzępkowe, reprezentowane w szczególności przez *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Fusarium* i *Rhizopus*. Mikroflora bakteryjna zawarta w powietrzu w pomieszczeniach zamkniętych reprezentowana jest głównie przez bakterie saprofityczne z rodzaju *Micrococcusi* *Staphylococcus* [Gutarowska 2007]. Natomiast, gronkowce manitoloujemne i manitolododatnie stanowią główny wskaźnik sanitarnego zanieczyszczenia powietrza, a ich obecność w powie-

trzu może świadczyć o występowaniu bakterii chorobotwórczych [Rywotycki 2002]. Według Karwowskiej [2005] występujące w powietrzu bakterie i grzyby mogą stanowić poważny problem ochrony zdrowia. Ponadto, jak sugerują inni autorzy [Jung i in. 2009, Butarewicz 2005], mikroorganizmy te mogą być przyczyną groźnych infekcji wirusowych, bakteryjnych i grzybiczych jak również chorób immunotoksycznych i alergii.

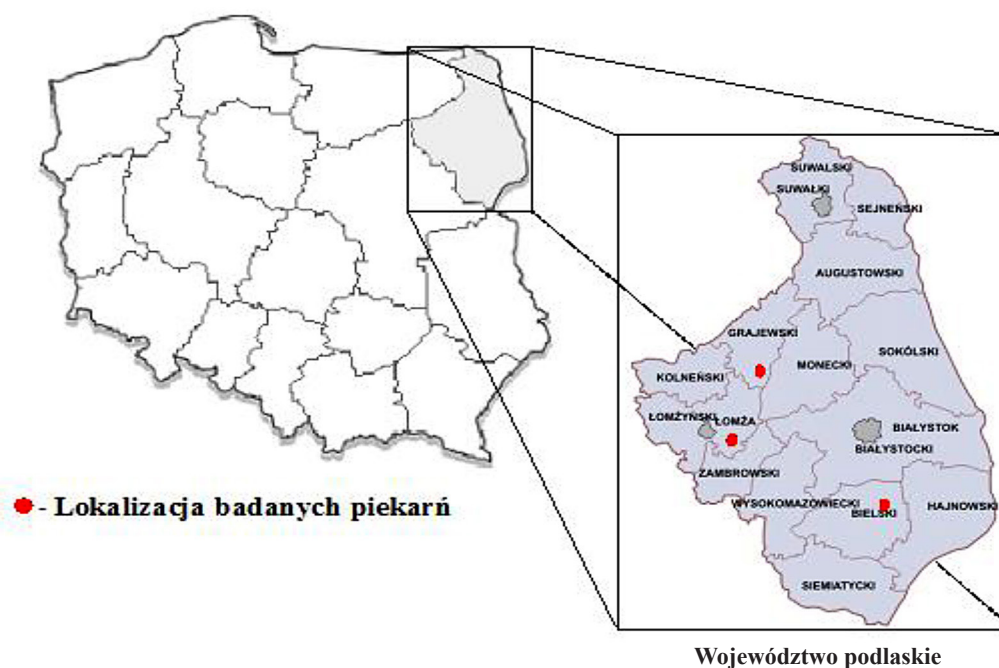
Według Kręgiel [2006] obecnie do kontroli jakości powietrza najczęściej stosuje się metodę zderzeniową z wykorzystaniem próbników powietrza i płytek zawierających agarowe pożywki hodowlane, który pozwalają na dokładny pomiar liczby drobnoustrojów w dowolnym miejscu, przy wlotach i wylotach powietrza, w strefach czystych [Kosewska 1991].

Celem niniejszej pracy była ocena stanu jakości mikrobiologicznej powietrza w zakładach piekarniczych zlokalizowanych na terenie województwa podlaskiego w oparciu o normy PN-Z-04111-02:1989 oraz PN-Z-04111-03:1989.

MATERIAŁY I METODY

Stanowiska badawcze

Badania mikrobiologiczne zostały przeprowadzone na terenie trzech zakładów piekarniczych zlokalizowanych w województwie podlaskim (rys. 1). Badania realizowano jesienią 2014



Rys. 1. Położenie zakładów piekarniczych
Fig. 1. Location of the studied area

roku. W każdym z zakładów piekarniczych wydzielone były następujące pomieszczenia:

- hala produkcyjna; duże pomieszczenie z oknami w którym wykonywane są czynności zmechanizowane i zautomatyzowane, takie jak: mieszanie surowców i rozrost ciasta, dzielenie i formowanie kęsów, garowanie i wypiek pieczywa
- pomieszczenie, w którym pieczywo stygnie; znajdują się tu wózki taśmowe z pieczywem wyjętym z pieca
- magazyn wyrobów gotowych; pomieszczenie służące do wydawania towaru odbiorcom oraz przyjmowanie tzw. zwrotów, czyli pieczywa, które zostało uszkodzone podczas transportu lub nie zostało sprzedane, w tym pomieszczeniu znajduje się krajalnica do chleba oraz pakowarka foliowa
- magazyn mąki i dodatków; z temperaturą 18–20 °C i wilgotnością powietrza 60%; w tym magazynie znajdowały się palety z mąką, regały na dodatki do pieczywa oraz chłodziarka na startery i drożdże
- korytarz; łączący magazyn mąki z halą produkcyjną.

Pobór próbek

Próby powietrza pobierano metodą zderzeniową z użyciem próbnika powietrza MAS-100 (Merck, Niemcy). W metodzie zderzeniowej, w zależności od spodziewanego zanieczyszczenia, pobierano 20 dm³ lub 100 dm³ powietrza, które przechodziło przez komorę próbnika zawierającą szalki Petriego z odpowiednimi pożywkami testowymi. Poboru prób dokonywano w 3 równoległych powtórzeniach. Płytki z pobranym materiałem inkubowano w termostatach o określonej temperaturze przez odpowiednio 24, 48 i 144 godz. Po inkubacji wyniki otrzymane jako jednostki tworzące kolonie przeliczano na metr sześcienny powietrza (jtk×m³).

Ilość wyrosłych kolonii oznaczanych mikroorganizmów przeliczano na ogólną liczbę jednostek tworzących kolonie (jtk) w 1 m³ powietrza, stosując wzór:

$$L = (P_r \cdot 1000) / V$$

gdzie: L – ogólna liczba jednostek tworzących kolonie (jtk) drobnoustrojów w 1 m³ powietrza,

P_r – liczba kolonii wyrosłych na zastosowanym podłożu,

V – objętość pobranego powietrza (dm³),

1000 – przelicznik na 1 m³ powietrza.

Do obliczeń wykorzystano tabelę pomiarową Feller, dołączoną do instrukcji obsługi próbnika powietrza MAS-100 [Feller 1950].

Analiza mikrobiologiczna

Mikrobiologiczne badania powietrza wewnątrz piekarni obejmowały oznaczenie ogólnej liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych, bakterii wskaźnikowych tj. bakterii z gatunku *Pseudomonas fluorescens*, gronkowców mannitolododatnich i manitoloujemnych oraz grzybów pleśniowych.

W celu określenia ogólnej liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych użyto podłoża agarowego. Hodowlę bakterii psychrofilnych prowadzono przez okres 48–72 godz, w temp. 20 °C, a bakterii mezofilnych w temperaturze 37 °C przez 24–48 godz. Po tym czasie zliczano wyrosłe kolonie, a wynik podano jako jednostki tworzące kolonie w 1 m³ (jtk×m³).

Obecność gronkowców mannitolododatnich i manitoloujemnych oznaczono na podłożu Chapmana. Hodowlę inkubowano w temperaturze 37 °C przez 24–48 godz. Za wynik dodatni przyjmowano pojawienie się żółtego zabarwienia wokół wyrosłej kolonii.

Bakterie z gatunku *Pseudomonas fluorescens* oznaczono na pożywce King B. Inkubacja tych bakterii prowadzono przez pierwsze 7 dni w temperaturze 4 °C, a następnie przez 5 dni w temp. 26 °C. Ogólną liczbę grzybów pleśniowych oznaczono, wykorzystując podłoże Sabouraud'a z chloramfenikolem firmy Biocorp. Materiał inkubowano w temperaturze 26 °C przez 5 dni. Identyfikację grzybów pleśniowych określono na podstawie cech makro- i mikroskopowych w oparciu o klucz do oznaczania grzybów [Samson i in. 2000].

Analiza statystyczna

Wyniki poddano podstawowej analizie statystycznej, określając maksimum i minimum, średnią i odchylenie standardowe.

WYNIKI I DYSKUSJA

Narażenie na czynniki biologiczne w środowisku zawodowym jak również poza nim jest powszechne i prowadzi do wystąpienia wielu niekorzystnych skutków zdrowotnych, poczynając od prostych podrażnień i dolegliwości, przez reakcje

alergiczne, aż do wystąpienia infekcji i reakcji toksycznych [Górny 2004]. W tabeli 1 przedstawiono wyniki badań powietrza pod kątem mikrobiologicznym, w poszczególnych pomieszczeniach w wybranych piekarniach. Analizując różne grupy mikroorganizmów zaobserwowano kilka zależności. Najwyższą liczbę bakterii mezofilnych zaobserwowano w próbkach pobranych w piekarni 3 w magazynie surowców oraz na hali produkcyjnej odpowiednio $6,8 \times 10^3$ i $3,9 \times 10^3$ jtk/m³, co oznacza, że powietrze było tam silnie i średnio zanieczyszczone. W piekarni 1 oraz piekarni 2 liczba bakterii mezofilnych znajdowała się w granicach, odpowiednio od ok. $0,25 \times 10^3$ (w pomieszczeniu, w którym pieczywo stygnie, na hali produkcyjnej i w korytarzu) do ok. $1,7 \times 10^3$ jtk/m³ (w magazynie mąk i dodatków) oraz od ok. $0,6 \times 10^3$ (w magazynie wyrobów gotowych i w hali produkcyjnej) do ok. $2,3 \times 10^3$ jtk/m³ (w hali

produkcji oraz w magazynie mąk i dodatków) co świadczy, że w poszczególnych pomieszczeniach w tych zakładach zanieczyszczenie powietrza tymi bakteriami mieściło się w dopuszczalnym poziomie (tab. 1 i tab. 2). Jak podają Czerwińska i Piotrowski [2010] bardzo ważne jest aby zakłady produkujące żywność były świadome ryzyka zagrożenia zdrowotnego, powinny zadbać o bezpieczeństwo na wszystkich etapach produkcji, począwszy od wnikliwej analizy jakości surowca przeznaczonego do produkcji, etapy procesów technologicznych, aż do momentu pakowania i magazynowania produktu gotowego [Gołofit-Szymczak 2013].

Na podstawie normy PN-89/Z-04111/03 dotyczącej oceny stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego grzybami, określono stopień zanieczyszczenia powietrza w poszczególnych piekarniach. Ilość grzybów w powietrzu

Tabela 1. Analiza statystyczna ilości bakterii i grzybów (w jtk/m³) w powietrzu na terenie wybranych zakładów piekarniczych

Table 1. Statistical analyses of indoor air bacterial and fungal concentrations (CFU/m³) of the selected bakeries

Parametry		[jtk/m ³]	Bakterie mezofilne	Bakterie psychrofilne	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Grzyby	<i>Staphylococcus</i>	
							m+	m-
Piekarnia 1	Hala produkcji		150–550	1660–3750	0–10	2750–6450	0	10–30
	Pomieszczenie, w którym pieczywo stygnie		250–400	340–2400	0	800–1800	0–20	0
	Magazyn wyrobów gotowych		530–750	1230–2950	0	1050–3200	20–40	20–50
	Magazyn mąk i dodatków		670–1750	1120–3100	0	1000–2700	0–10	10–50
	Korytarz		610–700	1680–6150	10–20	600–5050	10–30	0–10
Piekarnia 2	Hala produkcji		600–2300	1650–3350	0–10	150–850	0–20	10–40
	Pomieszczenie, w którym pieczywo stygnie		900–1950	1330–3200	0	800–1200	0–20	10–50
	Magazyn wyrobów gotowych		650–1950	370–1100	10–20	450–650	0–10	20–100
	Magazyn mąk i dodatków		1450–2100	980–2300	0	0–2000	0–10	20–80
	Korytarz		900–1700	950–1150	10–30	450–600	20–50	10–90
Piekarnia 3	Hala produkcji		2300–3900	250–2650	0–10	600–1300	0–30	30–80
	Pomieszczenie, w którym pieczywo stygnie		500–1300	120–350	0	450–800	10–20	20–50
	Magazyn wyrobów gotowych		2000–2650	520–1800	0	200–450	10–20	0–20
	Magazyn mąk i dodatków		4900–6800	670–2900	0–10	300–1000	0–20	0–10
	Korytarz		850–1900	210–1250	0	0–700	0–30	10–60
Piekarnia 1 (n=15)	Średnia		890	3670	6	3840	30	28
	min–max		550–1750	340–6150	0–20	600–6450	0–40	0–50
	SD±		486,57	1467,40	8,94	1880,62	15,16	18,70
Piekarnia 2 (n=15)	Średnia		1450	2220	10	670	28	86
	min–max		650–2300	370–3350	0–30	0–2000	0–50	10–100
	SD±		691,92	1077,38	14,14	381,77	16,49	25,88
Piekarnia 3 (n=15)	Średnia		2810	1790	2	710	30	52
	min–max		500–6800	120–2900	0–10	0–1300	0–30	0–80
	SD±		2595,28	1041,27	4,47	207,36	5,47	28,80

SD – odchylenie standardowe, m+ – mannitolododatnie, m- – mannitoloujemne, Min – minimum, Max – maximum, n – liczba analizowanych próbek dla każdego parametru.

we wszystkich analizowanych piekarniach była nadopuszczalnym poziomie porównując do norm dla użyteczności publicznej. Najwyższą ilość grzybów w powietrzu zaobserwowano w piekarni 1 na hali produkcyjnej oraz w korytarzu (odpowiednio ok $6,5 \times 10^3$ i $5,1 \times 10^3$ jtk/m³), natomiast w piekarni 2 oraz piekarni 3 zanieczyszczenie grzybami w powietrzu było na poziomie odpowiednio od 0,2 do $1,2 \times 10^3$ oraz od 0,4 do $1,0 \times 10^3$ jtk/m³ (tab. 1 i tab. 2). Uzyskane w badaniu wyniki identyfikacji grzybów pleśniowych wskazują na dominację pleśni z rodzaju *Penicillium* i *Aspergillus* w piekarni 1, natomiast w piekarni 2 oraz piekarni 3 najczęściej identyfikowano grzyby z rodzaju *Penicillium* i *Rhizopus*. Najmniej liczne były we wszystkich badanych piekarniach pleśnie z rodzaju *Cladosporium*. Jak sugeruje Kananani i in. [2008], występujące w powietrzu grzyby mogą powodować infekcje górnych dróg oddechowych i reakcje alergiczne. Do grzybów, które mogą wywoływać takie infekcje i jednocześnie są głównym źródłem zagrzybienia powietrza wewnętrznego zalicza się *Penicillium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Paecilomyces*, *Mucor* i *Cladosporium*. Co więcej, większość infekcji, zwłaszcza wywołanych przez *Aspergillus*, może występować u gospodarzy z upośledzoną odpornością lub

na skutek wtórnej infekcji, co jest spowodowane w wyniku wdychania zarodników grzybów lub toksyn wytwarzanych przez grzyb *Aspergillus* [Swan i in. 2002].

Według polskich norm *Pseudomonas fluorescens* są uważane za bakterie wskaźnikowe i na dzień dzisiejszy brak jest aktualnych norm, które by bardziej restrykcyjnie podchodziły do tej grupy mikroorganizmów. Bakterie te w największej ilości wykryto w powietrzu w piekarni 2 w próbkach pobranych z magazynu wyrobów gotowych oraz w korytarzu, odpowiednio $0,2 \times 10^2$ i $0,3 \times 10^2$ jtk/m³. Natomiast w piekarni 1 najwyższą liczbę tych bakterii zaobserwowano w hali produkcji i w korytarzu odpowiednio $0,1 \times 10^2$ i $0,2 \times 10^2$ jtk/m³. W piekarni 3 zanieczyszczenie powietrza *Pseudomonas fluorescens* było najniższe ze wszystkich badanych piekarni i oscyloowało na poziomie $0,1 \times 10^2$ jtk/m³ w hali produkcji w magazynie mąki i dodatków (tabela 1). Jak podaje Sadowiec i in. [2014] poszczególne gatunki *Pseudomonas* różnią się pod względem fizjologicznym. Jedne mogą wchodzić w skład fizjologicznej mikroflory zdrowego człowieka, inne natomiast będą powodować różne zakażenia w powietrzu wewnętrznym. Virella [1999] zwraca uwagę na fakt, że szczepy *Pseudomonas* mogą powodować zaka-

Tabela 2. Ocena mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza wewnątrz piekarni zgodnie z polskimi zaleceniami normy PN-89 / Z-04111/02 i PN-89 / Z-04111/03

Table 2. Evaluation of microbiological air contamination inside bakeries according to Polish Standard recommendations PN-89/Z-04111/02 and PN-89/Z-04111/03

Parametry		[jtk/m ³]	Bakterie mezofilne ^{a)}	<i>Pseudomonas fluorescens</i> ^{b)}	Grzyby ^{c)}	<i>Staphylococc</i>	
						m+ ^{d)}	m- ^{b)}
Piekarnia 1	Hala produkcji		*	**	**	*	**
	Pomieszczenie, w którym pieczywo stygnie		*	*	*	**	*
	Magazyn wyrobów gotowych		*	*	*	***	**
	Magazyn mąk i dodatków		**	*	*	**	**
	Korytarz		*	**	**	***	**
Piekarnia 2	Hala produkcji		**	**	*	**	**
	Pomieszczenie, w którym pieczywo stygnie		**	*	*	**	**
	Magazyn wyrobów gotowych		**	**	*	**	***
	Magazyn mąk i dodatków		**	*	*	**	***
	Korytarz		**	**	*	***	***
Piekarnia 3	Hala produkcji		***	**	*	***	***
	Pomieszczenie, w którym pieczywo stygnie		**	*	*	**	**
	Magazyn wyrobów gotowych		**	*	*	**	**
	Magazyn mąk i dodatków		***	**	*	**	**
	Korytarz		**	*	*	***	***

* nie zanieczyszczone: a) <1000, b) 0, c) 3000-5000, d) 0

** średnie zanieczyszczenie: a) 1 000–3 000, b) <50, c) 5000-10000, d) < 25

*** silne zanieczyszczenie: a) > 3 000, b) > 50, c) > 10000, d) > 25

żenia dróg oddechowych i moczowych, zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych, kości, szpiku, stawów, oka, ucha. Są przyczyną: ropni, zapalenia osierdzia, wsierdzia, czasem zatruc pokarmowych. Ze względu na małe wymagania spotyka się je bardzo często w powietrzu [Virella 1999.]. Poprzez swoją powszechność *Pseudomonas fluorescens* są zagrożeniem na stanowiskach pracy, gdzie jako składnik bioaerozolu, może przenosić się drogą powietrzno-kropelkową lub powietrzno-pyłową i wnikać do organizmu m.in. przez skórę czy drogi oddechowe [Sadowiec i in. 2014] powodując poważne schorzenia.

Gatunki *Staphylococcus* są traktowane jako wskaźniki jakości powietrza i wskazują na ewentualne skażenia powietrza drobnoustrojami chorobotwórczymi [Kordowska-Wiater i in. 2007]. Jak sugeruje Pillai i Ricke [2002], nawet bez wytwarzania przetrwalników *Staphylococcus* mają możliwość pozostania w powietrzu przez dłuższy okres czasu. Ta cecha jest bardzo istotna, ponieważ wskazuje, że infekcja może być z łatwością przenoszona z prądem powietrza. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że ilość *Staphylococcus* mannitoloujemnych była wyższa niż w przypadku mannitolododatnich. Ich stężenie w pobranych próbkach wskazuje na średnie lub silne zanieczyszczenie powietrza w badanych piekarniach (tabela 2). W badaniach własnych zaobserwowano wysoką liczbę mannitolododatnich w próbkach pobranych w piekarni 3 w hali produkcyjnej i korytarzu (do 30 jtk/m³), natomiast w piekarni 1 ich ilość wynosiła od 20 do 40 jtk/m³ (w magazynie wyrobów gotowych) oraz od 10 do 30 jtk/m³ w korytarzu. Najwyższą ilość *Staphylococcus* mannitoloujemnych obserwowano w próbkach pobranych w piekarni 2. Ich ilość wynosiła od 10 do 100 jtk/m³, co wskazuje na silne zanieczyszczenie powietrza (Tabela 1 i Tabela 2). Jak podaje Cabral [2010] i Flannigan i in. [2011], tak duże zanieczyszczenie tymi bakteriami w poszczególnych pomieszczeniach może być spowodowane przez dominującą mikroflorę z górnych dróg oddechowych, złuszczeniem się naskórka czy pyłem bakteryjnym (z podłóg, ubrań, itp.).

WNIOSKI

1. Zanieczyszczenie powietrza wewnętrznego w badanych piekarniach pod kątem mikrobiologicznym różniło się w zależności od rodzaju lokalizacji zakładu produkcyjnego.

2. Stężenia występujących wewnątrz zakładów bakterii mezofilnych i *Staphylococcus* mannitolododatnich oraz mannitoloujemnych przekraczały wartości graniczne dla powietrza niezanieczyszczonego.
3. Najwyższą liczbę badanych mikroorganizmów w powietrzu, zaobserwowano w hali produkcyjnej i korytarzu.
4. W badanych piekarniach nie odnotowano natomiast nadmiernego zanieczyszczenia powietrza grzybami pleśniowymi. Podwyższoną liczbę grzybów w powietrzu zaobserwowano w piekarni 1, natomiast w pozostałych piekarniach ilość to była na poziomie czystego powietrza atmosferycznego.
5. Wysoką ilość *Pseudomonas fluorescens* oraz *Staphylococcus* mannitoloujemnych zaobserwowano w piekarni 2.
6. Wyniki badań wskazują na konieczną systematyczną kontrolę mikrobiologiczną powietrza wewnątrz piekarń. Dalsze badania powinny być prowadzone w celu identyfikacji czynników biologicznych, które mogą mieć wpływ na jakość zdrowia osób przebywających w pomieszczeniach.

Podziękowania

Badania finansowane były z pracy statutowej S/WBiŚ/3/2015.

LITERATURA

1. Butarewicz A. 2005. Mikrobiologiczna jakość powietrza w budynku Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej. Roczn. Państw. Zakł. Hig. 56 (2), 199–206.
2. Cabral J.P.S. 2010. Can we use indoor fungi as bioindicators of indoor air quality? Historical perspectives and open questions. Science of the Total Environment. 408, 4285–4295.
3. Chmiel M.J., Frączek K., Grzyb J. 2015. Problemy monitoringu zanieczyszczeń mikrobiologicznych powietrza. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. 15, 1, 17–27.
4. Czerwińska E, Piotrowski W. 2010. Ocena ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego w piekarni z uwzględnieniem procesu wytwarzania pieczywa żytniego. Nauka Przyroda Technologia. 4, 2, 1–15.
5. Feller W. 1950. An introduction to the probability theory and its application. John Wiley & Sons, Inc., New York.

6. Flannigan B., Samson R.A., Miller J.D. 2011. Microorganisms in home and indoor work environments. Diversity, health impacts, investigation and control. Wyd. 2. Londyn. CRC Press. 539.
7. Gładysz J., Grzesiak A., Nieradko-Iwanicka B., Borzęcki A. 2010. Wpływ zanieczyszczenia powietrza na stan zdrowia i spodziewaną długość życia ludzi. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 91 (2), 178–180.
8. Gołofit-Szymczak M., Ławniczek-Wałczyn A., Górny R.L. 2013. Ilościowa i jakościowa kontrola szkodliwych czynników biologicznych w środowisku pracy. *Podst. Met. Oceny Środ. Pr.*, 2 (76), 5–17.
9. Górny R.L. 2004. Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych. *Podst. Metody Oceny Środ. Pracy* 41, 3, 17–39.
10. Gutarowska B. 2007. Mikroorganizmy w powietrzu. [W:] Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z. (red.). *Mikrobiologia techniczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. 224–239.
11. Jung J.H., Lee J.E., Kim S.S. 2009. Thermal effects on bacterial bioaerosols in continuous air flow. *Sci. Total Environ.*, 407 (16), 4723–4730.
12. Kanaani H., Hargreaves M., Ristovski Z., Morawska L. 2008. Deposition rate of fungal spores in indoor environments, factors effecting them and comparison with non-biological aerosols *Atmos. Environ.*, 42, 7141–7154.
13. Karwowska E. 2005. Microbiological air contamination in farming environment. *Pol. J. Environ. Stud.*, 14 (4), 445–449.
14. Kordowska-Wiater M., Janas P., Sosnowska B., Waśko A., Nowak A., Kluza B. 2007. Występowanie bakterii patogennych oraz drobnoustrojów wskaźnikowych zanieczyszczenia fekalnego w mrożonych warzywach. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (51), 134–144.
15. Kosewska L. 1991. Analiza mikrobiologiczna w przemyśle spożywczym. WSiP. Warszawa
16. Kręgiel D. 2006. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza hali technologicznej a jakość produkowanych opakowań. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (46), 52–58.
17. Pillai S.D., Ricke S.C. 2002. Bioaerosols from municipal and animal wastes: background and contemporary issues. *Can. J. Microbiol.*, 48, 681–696.
18. Polska Norma PN-89 Z-04111/02. 1989. Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby bakterii w powietrzu atmosferycznym przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedymentacyjną. Warszawa, Polski Komitet Normalizacji Miar i Jakości.
19. Polska Norma PN-89/Z-04111/03 (1989) Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby grzybów mikroskopowych w powietrzu atmosferycznym (imisja) przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedymentacyjną. Warszawa, Polski Komitet Normalizacji Miar i Jakości.
20. Rywotycki R., 2002. Patogenność gronkowców koagulazo-ujemnych dla zarodków indyczych. *Med. Weter.* 58 (5), 356–360.
21. Sadowiec K., Zielińska-Polit B, Russel S. 2014. Ocena liczebności bakterii *Pseudomonas fluorescens* w powietrzu w wybranym budynku inwentarskim. [W:] *Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska*, 4, 719–725.
22. Samson R.A., Hoekstra E.S., Frisvad J.C., Filtenborg O. 2000. Introduction to food- and airborne fungi. 6th Edition. Centraalbureau voor Schimmcultures, Utrecht.
23. Swan J.R., Crook B., Gilbert E.J. 2002. Microbial emission from composting sites *Issues Environ. Sci. Technol.*, 18, 23–85.
24. Virella G. 1999. *Microbiology and infectious diseases*, Elsevier Urban & Partner, Wrocław.
25. Yang W., Sohn J., Kim J., Son B., Park J., 2009. Indoor air quality investigation according to age of the school building in Korea, *Journal of Environmental Management*, 90, 348–354.
26. Zmysłowska I. 2009. *Mikrobiologia ogólna i środowiskowa. Teoria i ćwiczenia*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko- Mazurskiego, Olsztyn.