

BARBARA WÓJCIK-STOPCZYŃSKA, JOACHIM FALKOWSKI,
BARBARA JAKUBOWSKA

STAN MIKROBIOLOGICZNY POWIETRZA W OBRĘBIE LINII PRODUKCJI PROSZKU KAKAOWEGO

Streszczenie

Celem badań było określenie stanu mikrobiologicznego powietrza w budynku zakładu prowadzącego produkcję proszku kakaowego. Metodą sedimentacyjną oznaczono liczbę bakterii, grzybów pleśniowych i drożdży w powietrzu hal technologicznych oraz łączących je klatek schodowych. W większości wykonanych pomiarów liczebność bakterii odpowiadała zaleceniom odnośnie czystości mikrobiologicznej powietrza w zakładach przemysłu spożywczego, wyższa była natomiast ilość grzybów pleśniowych i drożdży. Intensywność procesu technologicznego oraz wzmożony ruch miały wpływ na mikrobiologiczne zanieczyszczenie powietrza. Największa liczba drobnoustrojów występowała w powietrzu w strefie łuszczenia i śrutowania prażonego ziarna kakaowego, pakowania proszku kakaowego oraz na parterze głównej klatki schodowej.

Wstęp

Podejmowanie badań nad stanem mikrobiologicznym powietrza uzasadnione jest co najmniej z dwóch powodów. Po pierwsze bioaerozole bakteryjne i grzybowe mogą negatywnie wpływać na zdrowie i samopoczucie człowieka, powodując alergie oraz zakłócenia w funkcjonowaniu układu oddechowego, nerwowego i immunologicznego [3, 4, 16, 20]. Dlatego wiele badań dotyczy charakterystyki mikroflory powietrza pomieszczeń zamkniętych – mieszkań, biur, urzędów, szkół [10, 12, 13, 15, 19]. Z drugiej strony stan czystości mikrobiologicznej powietrza jest istotnym elementem higieny środowiska produkcyjnego.

Zagadnienie to nabrało szczególnego znaczenia w zakładach przemysłu spożywczego w związku z wprowadzaniem systemu HACCP. Nadrzędnym celem przy

jego wdrażaniu jest zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności, m.in. poprzez eliminowanie zagrożeń mikrobiologicznych [7].

Badania wskazują, że stan mikrobiologiczny powietrza może wpływać na mikrobiologiczną jakość i trwałość wyrobów [5, 8, 11]. Poziom ryzyka jest jednak zróżnicowany i uzależniony od rodzaju produkowanych artykułów. Do głównych źródeł zanieczyszczenia powietrza w zakładach przez drobnoustroje zalicza się personel, mikrobiologiczny stan surowców, półproduktów i wyrobów gotowych oraz warunki sanitarne pomieszczeń produkcyjnych. Istotne znaczenie mają też czynności technologiczne, natężenie ruchu załogi i sprzętu oraz stan urządzeń wentylacyjnych [1, 5, 6, 8, 11]. W badaniach powietrza ważne jest określenie miejsc występowania zanieczyszczeń, by zapewnić kontrolę we właściwych obszarach, a także zapobiegać rozprzestrzenianiu bioaerozolu i kontaktowi drobnoustrojów z produktem. Znaczenie w tych działaniach ma przy tym niewątpliwie specyfika organizacji produkcji w danym zakładzie.

Celem niniejszej pracy było określenie stanu mikrobiologicznego powietrza w budynku zakładu prowadzącego przerób ziarna kakaowego na proszek kakaowy. Przy właściwym poziomie wilgotności kakao jest produktem stosunkowo trwałym. Jednak producenci wykorzystujący kakao przemysłowe do wyrobu nadzień i polew wymagają, by odznaczało się ono właściwą jakością mikrobiologiczną [17]. Uzasadnione było więc podjęcie badań wskazujących na stopień zanieczyszczenia powietrza oraz umożliwiających określenie miejsc ewentualnych zagrożeń na kolejnych etapach produkcji kakao, z uwzględnieniem infrastruktury konkretnego obiektu.

Material i metody badań

Ocenę stanu mikrobiologicznego powietrza przeprowadzono w trzypiętrowym budynku produkcyjnym zakładu przemysłu cukierniczego, zajmującego się przerobem ziarna kakaowego. W obiekcie tym linia produkcji kakao rozmieszczona jest na trzech kondygnacjach. Proces produkcji rozpoczyna się w hali na II piętrze, gdzie z prażonego ziarna kakaowego otrzymywana jest miazga kakaowa (w celu zachowania higieny produkcji czyszczenie i sortowanie ziarna surowego odbywa się w odrębnym budynku). W obszarze I piętra prowadzone są procesy magazynowania, wygrzewania, alkaliczacji oraz tłoczenia miazgi, natomiast w dziale „kakaowni” na parterze mają miejsce etapy końcowe – rozdrabnianie i mielenie kuchenki kakaowego oraz pakowanie otrzymanego proszku.

Badaniami objęto powietrze zarówno hal technologicznych, jak też łączących je ciągów komunikacyjnych, tj. głównej i bocznej klatki schodowej. W halach technologicznych wyznaczono łącznie 16 punktów badawczych:

- II piętro: 1. Wejście z głównej klatki schodowej; 2. Śrutowanie i odłuszczenie prażonego ziarna kakaowego; 3. Mielenie śruty na miazgę kakaową; 4. Wejście boczne;
- I piętro: 5. Wejście z głównej klatki schodowej; 6. 7. Zbiorniki miazgi kakaowej 8. Konsza do alkalizacji miazgi; 9. Tłoczenie miazgi i otrzymywanie kuchu kakaowego; 10. Chłodzenie kuchu kakaowego;
- parter: 11. Wejście z głównej klatki schodowej; 12. Zbiornik kuchu kakaowego; 13. 14. Mielenie kuchu; 15. Pakowanie proszku kakaowego; 16. Wejście boczne.

W powyższych punktach wykonano w czterech terminach (w marcu, kwietniu, maju i październiku) łącznie 64 pomiary. Ponadto przeprowadzono 24 oznaczenia czystości mikrobiologicznej powietrza w głównej klatce schodowej oraz 16 – w bocznej.

W powietrzu badanego obiektu oznaczano ilość bakterii mezofilnych tlenowych, grzybów pleśniowych i drożdży, stosując metodę sedimentacyjną Kocha [1, 9]. W każdym punkcie badawczym wystawiano po 5 płytek Petriego z agarem glukozowym dla bakterii oraz z podłożem Sabouraud dla grzybów pleśniowych i drożdży. Stosowano 15 min ekspozycji, a badania były prowadzone zawsze o tej samej porze, w czasie pracy pierwszej zmiany. Ilość drobnoustrojów w 1 m³ powietrza wyrażano w postaci jednostek tworzących kolonie (jtk). W celu pełniejszej charakterystyki mikroflory występującej w powietrzu badanego zakładu przeprowadzono identyfikację wyizolowanych grzybów pleśniowych [2, 14].

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono skażenie powietrza przez poszczególne grupy drobnoustrojów, w punktach badawczych wyznaczonych na kolejnych kondygnacjach.

Uzyskane wyniki wskazują, że stan mikrobiologiczny powietrza w strefie produkcji proszku kakaowego był zróżnicowany i uzależniony od rodzaju operacji prowadzonych w obrębie hal produkcyjnych.

W obszarze II piętra, gdzie odbywają się procesy przerobu ziarna kakaowego na miazgę, ilość bakterii w powietrzu wahała się w szerokich granicach 150–6140 jtk/m³ (średnio 911 jtk/m³), grzybów pleśniowych 20–2570 jtk/m³ (średnio 274 jtk/m³), a drożdży 0–80 jtk/m³ (średnio 28 jtk/m³). Najwyższe na tej kondygnacji skażenie powietrza przez bakterie i grzyby pleśniowe (średnio 2173 i 835 jtk/m³) odnotowano w obrębie pracy łuszczarek, prowadzących intensywny proces śrutowania i odłuszczenia prażonego ziarna kakaowego. Obszar pracy łuszczarek jest odizolowany ścianką od innych urządzeń. Ogranicza to rozprzestrzenianie się bioaerozolu, stąd w pozostałych punktach pomiarowych na II piętrze średnie zanieczyszczenie powietrza było znacznie mniejsze. Najniższą ilość bakterii i grzybów pleśniowych (średnio 385 i 40 jtk/m³)

Tabela 1

Ogólna liczba bakterii, grzybów pleśniowych i drożdży w powietrzu hal produkcyjnych.
The total count of bacteria, moulds and yeast in air of cocoa powder producing technology halls.

Punkty badawcze Investigation points		Ogólna liczba – zakres i średnia: Total count – ranges and means:		
		bakterie [jtk/m ³] bacteria [cfu/m ³]	pleśnie [jtk/m ³] moulds [cfu/m ³]	drożdże [jtk/m ³] yeast [cfu/m ³]
II piętro II floor	1. Wejście główne/ main entrance	590 – 730 665	50 – 290 130	0 – 80 43
	2. Łuszczenie i śrutowanie prażonego ziarna/winnowing and grinding of roasted cocoa beans	490 – 6140 2175	40 – 2570 835	0 – 70 25
	3. Młyn – otrzymywanie miazgi/mill – obtaining of cocoa liquor	270 – 1010 385	20 – 60 40	0 – 30 20
	4. Wejście boczne/side entrance	150 – 1090 480	20 – 170 95	0 – 70 30
I piętro I floor	5. Wejście główne/main entrance	70 – 290 175	60 – 250 175	0 – 40 15
	6. Zbiornik miazgi - 1/tank of cocoa liquor - 1	60 – 200 130	20 – 60 43	Nieobecne Absent
	7. Zbiornik miazgi - 2/tank of cacao liquor - 2	60 – 260 125	20 – 110 50	0 – 20 5
	8. Konsza do alkalizacji miazgi/conche for alkalization of cocoa liquor	30 – 80 58	20 – 60 38	Nieobecne Absent
	9. Tłoczenie miazgi/pressing of cocoa liquor	40 – 60 53	40 – 50 43	Nieobecne Absent
	10. Chłodzenie kuchenki kakaowej/cooling of cocoa cake	95 – 290 200	50 – 150 100	Nieobecne Absent
Parter Ground floor	11. Wejście główne/main entrance	330 – 1500 815	60 – 1060 398	30 – 120 73
	12. Zbiornik kuchenki/tank of cocoa cake	290 – 1730 1140	40 – 1300 443	20 – 210 77
	13. Młyn kakaowy – 1/cocoa mill – 1	20 – 320 265	20 – 440 153	20 – 30 23
	14. Młyn kakaowy – 2/cocoa mill – 2	40 – 180 100	20 – 480 183	0 – 20 5
	15. Pakowanie kakao/packing machine	220 – 4390 1343	60 – 1360 413	0 – 170 58
	16. Wejście obok maszyny pakującej/entrance near packing machine	180 – 3100 1170	40 – 1940 558	40 – 860 245

cfu – colony forming units

stwierdzono na etapie otrzymywania miazgi kakaowej w obrębie pracy młyna wielowalcowego. Mimo intensywności tego procesu, szczelna konstrukcja młyna i wysoka lepkość miazgi kakaowej ograniczają możliwość przenikania drobnoustrojów z pół-

produktu do środowiska. Większa, w porównaniu z obszarem przy młynie, była ilość drobnoustrojów przy wejściach, zwłaszcza z głównej klatki schodowej.

W hali na I piętrze, gdzie rozmieszczone są głównie zbiorniki i konsze do magazynowania, wygrzewania (w temperaturze ok. 80°C) i alkalizacji miazgi kakaowej, a ruch personelu jest niewielki, skażenie powietrza przez drobnoustroje było wyraźnie niższe i mniej zróżnicowane. Ogólna liczba bakterii wynosiła średnio 122 jtk/m³, mieszcząc się w granicach 30-290 jtk/m³. Grzyby pleśniowe występowały w ilości średnio 74 jtk/m³, wahając się 20-250 jtk/m³, natomiast drożdże były nieobecne w większości analizowanych na tym piętrze punktów. Najmniejszą liczbą drobnoustrojów odznaczało się powietrze w obrębie pracy prasy, prowadzącej w temperaturze 80-90°C tłoczenie miazgi kakaowej. Nieco większą ilość bakterii i grzybów pleśniowych w powietrzu na I piętrze odnotowano jedynie w strefie układania krążków wytłoczonego kuchenka kakaowego, przeznaczonego do chłodzenia (średnio 200 i 100 jtk/m³) oraz przy wejściu z głównej klatki schodowej (średnio po 175 jtk/m³).

W hali „kakaowni” na parterze budynku, gdzie przebiegają końcowe etapy produkcji, obejmujące rozdrabnianie i mielenie kuchenka kakaowego oraz pakowanie kakao, stwierdzono zróżnicowane i dość znaczne skażenie powietrza. Średnia ilość bakterii wynosiła 806 jtk/m³ (20–4390 jtk/m³), grzybów pleśniowych 357 jtk/m³ (20–1940 jtk/m³), a drożdży 115 jtk/m³ (0–860 jtk/m³). W dziale „kakaowni” najmniejszą liczbą drobnoustrojów odznaczało się powietrze w obrębie obudowanych i odizolowanych od pozostałych urządzeń, młynów do mielenia kuchenka kakaowego. Średnia liczba bakterii w tym obszarze wynosiła 100–256 jtk/m³, a grzybów pleśniowych 152-182 jtk/m³. W pozostałych punktach pomiarowych średnie skażenie powietrza przez bakterie wahało się w granicach 815–1343 jtk/m³, przy czym największe odnotowano w obrębie pracy maszyny pakującej proszek kakaowy oraz znajdującego się w jej pobliżu wejścia bocznego. Obszar tego wejścia charakteryzował się też największą liczbą grzybów pleśniowych i drożdży (średnio 558 i 245 jtk/m³). Dużą liczebność drobnoustrojów stwierdzono także w strefie zbiornika na kuchenka kakaowy.

W ocenie stopnia skażenia powietrza na linii produkcji kakao można, jako poziom odniesienia, przyjąć propozycje wysunięte przez Krzysztofika [9], zdaniem którego w halach produkcyjnych przemysłu spożywczego, w 1m³ powietrza, pleśń i drożdże powinny być nieobecne, a ilość bakterii nie powinna przekraczać 600 jtk. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że pod względem ilości bakterii, przyjętemu kryterium odpowiadało 75% ogółu punktów pomiarowych (przy czym 100% w hali na I piętrze). Grzyby pleśniowe, wbrew powyższym zaleceniom, były obecne w powietrzu wszystkich wyznaczonych w halach produkcyjnych punktów badawczych, ale w przeważającej ilości punktów (60%) ich liczebność była stosunkowo niewielka, nie przekraczając 100 jtk/m³. Występowania drożdży nie stwierdzono prawie w połowie prób (głównie w hali I piętra), a w większości pozostałych ich ilość nie przekra-

czała 50 jtk/m³. Miejszem większego skażenia powietrza przez grzyby była głównie przestrzeń hali „kakaowni” na parterze. Całkowita nieobecność grzybów w powietrzu zakładów produkcyjnych jest trudna do utrzymania. Także inni autorzy [8, 11] stwierdzali występowanie tej grupy drobnoustrojów w powietrzu badanych obiektów w ilościach, którym odpowiadało średnie skażenie większości punktów ocenianych w niniejszej pracy.

Należy zaznaczyć, że duże liczebności mikroorganizmów w poszczególnych punktach badawczych występowały pojedynczo i w różnych terminach. Jest to zgodne z opinią, że w zakładach, stan mikrobiologiczny powietrza w różnych obszarach zmienia się w zależności od wielu czynników, także losowych i trudnych niekiedy do szybkiego uchwycenia, np. chwilowe wzmożenie ruchu (personelu, sprzętu), przeciąg, awaria itp. [11].

Różnice występujące w stanie mikrobiologicznym powietrza kolejnych hal produkcyjnych, wynikające z rodzaju przeprowadzanych tam procesów, odpowiadają twierdzeniom innych autorów, że intensywność pracy i charakter procesu mają wpływ na stopień skażenia powietrza [5, 6, 11]. Lepszy i bardziej stabilny był stan mikrobiologiczny powietrza na I piętrze, gdzie natężenie procesu produkcyjnego oraz ruch załogi były niewielkie, natomiast większa i bardziej zróżnicowana liczba drobnoustrojów występowała w halach na parterze oraz II piętrze, w których zlokalizowano urządzenia prowadzące intensywniejsze etapy przerobu ziarna na proszek kakaowy. Najbardziej skażone było powietrze w obrębie pracy łuszczarek i pakowaczki kakao. W tych przestrzeniach może wystąpić wysokie zapylenie, któremu towarzyszy zazwyczaj większe zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza. Na stan mikrobiologiczny powietrza wokół maszyn pakujących zwracają uwagę także wyniki badań Panfil-Kuncewicz i wsp. [11]. Oceniając powietrze w wybranych działach zakładów mleczarskich autorzy ci stwierdzili, że największa ilość bakterii (średnio 612 jtk/m³) występowała podczas pakowania wyrobów w dziale galanterii, drożdże najliczniej (średnio 110 jtk/m³) były reprezentowane w strefie pakowania mleka w proszkowni, a pleśnie (średnio 122 jtk/m³) w masłowni podczas pracy formiarki.

Zdaniem Jakubczyk [6], wysokie znaczenie ma kontrola czystości powietrza na etapach produkcji, gdzie możliwy jest wzrost zapylenia. Na stan mikrobiologiczny powietrza w tych obszarach może mieć wpływ liczba drobnoustrojów występujących w rozdrobnionym materiale. Badania wskazują, że w zależności od wyposażenia linii technologicznej i przeprowadzania, bądź nie, etapu pasteryzacji ziarna kakaowego, ogólna liczba drobnoustrojów w ziarnie prażonym może sięgać 10²–10⁵ jtk/g, a w proszku kakaowym może wahać się w granicach 10¹–10³ jtk/g [17]. Z kolei określając na podstawie uzyskanych wyników możliwość wpływu zakażenia powietrza na stan mikrobiologiczny kakao i półproduktów, wydaje się, że wzrost liczby drobnoustrojów może następować głównie w „kakaowni”, na etapie pakowania kakao. W obszarze tym

możliwy jest także wzrost zanieczyszczenia kuchenki kakaowej, biorąc pod uwagę wysoką liczbą drobnoustrojów występującą w obrębie zbiornika na ten półprodukt. Natomiast zwiększenie liczebności mikroorganizmów w śrucie kakaowej podczas luszczania może być „skorygowane” w trakcie przebiegających w podwyższonej temperaturze dalszych etapów wygrzewania i tłoczenia miazgi. Zagadnienie wpływu czystości mikrobiologicznej powietrza na jakość mikrobiologiczną kakao wymaga jednak dokładniejszych badań.

W tab. 2. zamieszczono wyniki charakteryzujące skażenie powietrza w strefie „okołoprodukcyjnej”, tj. w głównej i bocznej klatce schodowej. W głównej klatce schodowej liczba bakterii wahała się w szerokich granicach 60–16980 jtk/m³ (średnio 1600 jtk/m³), pleśni 110–1250 jtk/m³ (średnio 450 jtk/m³), a drożdży 20–490 jtk/m³ (średnio 130 jtk/m³). Największą liczbą drobnoustrojów oraz zróżnicowaniem stopnia skażenia odznaczało się powietrze na parterze, a więc w obszarze, w którym można spodziewać się nasilonego ruchu, przeciągów oraz większego wpływu warunków zewnętrznych. Na pozostałych kondygnacjach głównej klatki schodowej średnie zanieczyszczenie powietrza przez poszczególne grupy drobnoustrojów było do siebie zbliżone. W głównym ciągu komunikacyjnym większą liczbą drobnoustrojów w punktach

Tabela 2

Ogólna liczba bakterii, grzybów pleśniowych i drożdży w powietrzu głównej i bocznej klatki schodowej.
The total count of bacteria, moulds and yeast in the air of the main and side staircase.

Punkty badawcze Investigation points		Ogólna liczba – zakres i średnia: Total count – ranges and means:		
		bakterie [jtk/m ³] bacteria [cfu/m ³]	pleśnie [jtk/m ³] moulds [cfu/m ³]	drożdże [jtk/m ³] yeast [cfu/m ³]
Główna klatka schodowa/ Main staircase	Parter Ground floor	60 – 6980 2057	150 – 1250 554	20 – 490 200
	I piętro I floor	150 – 4810 1228	140 – 760 440	10 – 400 110
	II piętro II floor	80 – 5370 1342	110 – 850 410	20 – 290 86
	III piętro III floor	250 – 4800 1322	130 – 610 396	20 – 450 124
	Parter Ground floor	120 – 340 245	120 – 830 398	0 – 140 50
Boczna klatka schodowa/ Side staircase	I piętro I floor	80 – 220 163	130 – 740 425	20 – 110 45
	II piętro II floor	80 – 350 290	120 – 650 452	0 – 90 38
	III piętro III floor	80 – 190 133	40 – 860 410	0 – 70 30

wyznaczonych na każdym piętrze odnotowano w tym samym terminie (w październiku). Mógł mieć na to wpływ stan powietrza atmosferycznego w danym dniu.

W klatce bocznej stwierdzono znacznie niższą i mniej zróżnicowaną liczbą bakterii i drożdży. Średnia liczebność bakterii wynosiła 232 jtk/m^3 i w żadnym z oznaczeń nie przekraczała poziomu 600 jtk/m^3 , natomiast liczba drożdży mieściła się w granicach $0\text{--}140 \text{ jtk/m}^3$, przy średniej 41 jtk/m^3 . Skażenie powietrza klatki bocznej przez grzyby pleśniowe wynosiło średnio 408 jtk/m^3 i było zbliżone do ich liczebności w klatce głównej. Oba ciągi komunikacyjne mogły stanowić dodatkowe źródło rozprzestrzeniania się drobnoustrojów do hal produkcyjnych, stąd ważne wydaje się zabezpieczanie wejść oraz podjęcie działań ograniczających ilość grzybów pleśniowych w obszarze klatek schodowych.

Jednym z elementów pracy była ocena składu jakościowego mikoflory obecnej w badanym budynku produkcyjnym. Przeciętny skład jakościowy ustalony w stosunku do szczepów wyizolowanych ze wszystkich przeprowadzonych oznaczeń stanu powietrza w halach produkcyjnych oraz klatkach schodowych przedstawiono w tab. 3.

Uzyskane wyniki wskazują, że mikoflora ocenianego obiektu była reprezentowana przez przedstawicieli 22 zidentyfikowanych jednostek systematycznych, przy czym skład jakościowy flory grzybowej w bezpośredniej strefie produkcyjnej oraz w ciągach komunikacyjnych był do siebie zbliżony. Najbardziej zróżnicowana była mikoflora powietrza głównej klatki schodowej oraz hali produkcyjnej na parterze. Największym udziałem we wszystkich wydzielonych obszarach (25,9-52,5%) charakteryzowały się grzyby pleśniowe z rodzaju *Penicillium*, a następnie *Cladosporium* (9,0-23,4%), *Aspergillus* (6,5-15,5%), *Alternaria* (0,6-14,0%) oraz *Fusarium* (0,5-11,3%). We wszystkich ujętych w tab. 3. strefach występowały też *Paecilomyces sp.* oraz grzyby z rzędu *Mucorales* (gł. *Mucor sp.* i *Rhizopus sp.*), ale ich udział w porównaniu z wcześniej wymienionymi, był mniejszy. Z kolei obecność pleśni z rodzajów *Aureobasidium*, *Stemphylium*, *Phoma* i *Botrytis* w większym nasileniu (kilku procent) stwierdzono jedynie w określonych obszarach badanego obiektu. Rodzaj *Aspergillus* reprezentowany był przez 8 grup systematycznych, jednak we wszystkich strefach występowały tylko *A. flavus* oraz *A. fumigatus*.

Skład jakościowy mikoflory, obecnej w powietrzu budynku zakładu prowadzącego produkcję kakao, odpowiadał rodzajom grzybów występujących w powietrzu zewnętrznym i wewnętrznym [8, 9, 13, 20]. Na skład flory grzybowej w ocenianym obiekcie mógł również wpływać mikrobiologiczny stan surowca i półproduktów. Badania wskazują bowiem, że grzyby strzępkowe, zwłaszcza z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium* oraz z rzędu *Mucorales* tworzą typową mikoflorę ziarna kakaowego i produktów jego przerobu [17, 18].

Tabela 3

Charakterystyka mikoflory wyodrębnionej z powietrza strefy produkcyjnej oraz ciągów komunikacyjnych.
Characterization of fungal flora isolated from the air of technology area and staircases.

Jednostka systematyczna Systematic unit	Średni procentowy udział w mikoflorze powietrza: Average percentage share of fungal flora in air:				
	parter ground floor	I piętro I floor	II piętro II floor	główna klatka schodowa/ main staircase	boczna klatka schodowa/ side staircase
<i>Asperigillus candidus</i>	2,2	1,0	1,2	1,0	-
<i>Asperigillus flavus</i>	1,5	0,6	5,2	1,9	3,1
<i>Asperigillus fumigatus</i>	1,0	3,3	1,1	2,8	2,0
<i>Asperigillus glaucus</i>	5,0	6,5	-	1,4	-
<i>Asperigillus nidulans</i>	-	-	-	1,2	-
<i>Asperigillus niger</i>	-	0,6	2,2	0,5	0,3
<i>Asperigillus versicolor</i>	4,1	-	-	-	1,1
<i>Asperigillus wentii</i>	0,2	-	-	-	-
<i>Aspergillus sp.</i>	15,5	10,2	10,4	9,7	6,5
<i>Alternaria sp.</i>	0,6	14,0	4,3	11,0	8,2
<i>Aureobasidium sp.</i>	-	-	-	1,2	1,3
<i>Botrytis sp.</i>	-	8,5	-	6,0	2,6
<i>Cephalosporium sp.</i>	1,4	-	-	0,5	3,2
<i>Cladosporium sp.</i>	9,0	14,5	12,6	18,2	23,4
<i>Fusarium sp.</i>	0,5	11,3	4,1	5,6	3,5
<i>Humicola sp.</i>	1,4	-	-	0,3	-
<i>Mucorales</i>	0,5	2,6	2,4	1,1	0,6
<i>Paecilomyces sp.</i>	0,4	0,6	8,0	0,5	1,0
<i>Phoma sp.</i>	3,0	-	-	-	-
<i>Penicillium sp.</i>	52,5	25,9	41,3	34,0	41,0
<i>Stemphylium sp.</i>	0,5	-	5,0	-	-
<i>Trichoderma sp.</i>	0,8	-	2,0	2,8	2,2
<i>Verticillium sp.</i>	-	-	0,2	-	-
Niezidentyfikowane / Unidentified	-	0,8		0,3	-

Podsumowanie

Liczba bakterii w większości punktów pomiarowych (75%) wyznaczonych w halach produkcyjnych była niższa od 600 jtk/m³ i odpowiadała ogólnym zaleceniom odnośnie tej grupy drobnoustrojów w powietrzu zakładów przemysłu spożywczego. Wbrew tym zaleceniom, we wszystkich przeprowadzonych pomiarach stwierdzono występowanie grzybów pleśniowych, ale w ponad 60% oznaczeń ich ilość była stosunkowo niska i nie przekraczała 100 jtk/m³. Obecności drożdży nie stwierdzono w

ponad połowie wykonanych pomiarów, a w większości pozostałych ich liczba była niższa od 50 jtk/m³.

Rodzaj prowadzonych procesów i nasilenie ruchu miały wpływ na stopień zanieczyszczenia powietrza. Niską liczbą drobnoustrojów i stabilnym stanem charakteryzowało się powietrze w strefie magazynowania, wygrzewania i alkalizacji oraz tłoczenia miazgi kakaowej. Najwyższym zanieczyszczeniem odznaczało się powietrze w obszarach narażonych na większe zapylenie, tj. w obrębie pracy łuszczarki ziarna kakaowego oraz pakowaczki kakao. Duża liczba drobnoustrojów w obszarze zbiornika kuchen kakaowego oraz pakowaczki kakao może wpływać na stan mikrobiologiczny produktów.

Powietrze w głównej klatce schodowej, w porównaniu z boczną, odznaczało się większą liczbą bakterii i drożdży, a zanieczyszczenie obu ciągów komunikacyjnych przez pleśnie było zbliżone.

W mikoflorze powietrza hal produkcyjnych oraz klatek schodowych największy był udział pleśni z rodzaju *Penicillium*, a w dalszej kolejności *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Alternaria* oraz *Fusarium*.

LITERATURA

- [1] Drewicz E.: Mikroflora powietrza. W: Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym. Red. Z. Żakowska i H. Stobińska. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000, 175.
- [2] Fassatiou O.: Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej. PZWL, Warszawa 1983.
- [3] Flannigan B.: Mycotoxins in the Air. *International Biodeterioration*, 23 (4), 1987, 3.
- [4] Husman T., Koskinen O., Hyvärinen A., Reponen T., Ruuskanen J., Nevalainen A.: Respiratory symptoms and infections among residents in dwellings with moisture problems or mould growth. *Proceedings of Indoor Air*. Helsinki, 1, 1993, 171.
- [5] Jakubczyk E.: Gospodarka powietrzem w mleczarniach. Cz. I. Źródła zanieczyszczeń powietrza. *Przem. Spoż.*, 11, 2000, 22.
- [6] Jakubczyk E.: Gospodarka powietrzem w mleczarniach. Cz. II. Oczyszczanie powietrza. *Przem. Spoż.*, 12, 2000, 24.
- [7] Kołożyn-Krajewska D., Sikora T.: HACCP. Koncepcja i system zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności. Wyd. Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Przemysłu Spożywczego, Warszawa 1999.
- [8] Kręgiel D., Drewicz E.: Zanieczyszczenie powietrza grzybami strzępkowymi i jego wpływ na jakość mikrobiologiczną opakowań jednostkowych dla przemysłu mleczarskiego. II Konferencja Naukowa „Rozkład i Korozja Mikrobiologiczna Materiałów Technicznych”. Łódź 2001, 123.
- [9] Krzysztofik B.: Mikrobiologia powietrza. Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1992.
- [10] Lis D.O., Pastuszka J.S., Górny R.L.: Występowanie aerozolu bakteryjnego i grzybowego w mieszkaniach, biurach i środowisku zewnętrznym Górnego Śląska. *Roczn. PZH*, 48, (1), 1997, 59.
- [11] Panfil-Kuncewicz H., Kuncewicz A., Ziemia M., Rosiński P.: Skażenie mikrobiologiczne powietrza w zakładach mleczarskich. *Przem. Spoż.* 11, 1999, 50.

- [12] Pastuszka J.S., Kyaw Tha Paw U., Lis D., Wlazło A., Ulfing K.: Bacterial and fungal aerosol in indoor environment in Upper Silesia, Poland. *Atmos. Environ.*, **34**, 2000, 3833.
- [13] Piotrowska M., Żakowska Z., Gliścińska A., Bogusławska-Kozłowska J.: Rola mikroflory powietrza zewnętrznego w kształtowaniu bioaerozolu pomieszczeń zamkniętych. II Konferencja Naukowa „Rozkład i Korozja Mikrobiologiczna Materiałów Technicznych”, Łódź, 2001, 113.
- [14] Raper K.B., Fennel D. I.: *The genus Aspergillus*. The Williams and Wilkins Co., Baltimore 1965.
- [15] Stobińska H., Skrzycka A.: Bioaerozol sal wykładowych i laboratoryjnych. II Konferencja Naukowa „Rozkład i Korozja Mikrobiologiczna Materiałów Technicznych”, Łódź 2001, 119.
- [16] Waegemakers M., van Waegeningen N., Brunekreef B., Boleij J.S.M.: Respiratory symptom in dump houses. *Allergy*, **44**, 1989, 192.
- [17] Wójcik-Stopczyńska B.: Ocena stanu mikrobiologicznego wybranych produktów przerobu ziarna kakaowego. Materiały XXVIII Sesji Naukowej KTChŻ, Gdańsk 1997, 121.
- [18] Wójcik-Stopczyńska B.: Wpływ rozwoju mikroflory ziarna kakaowego na wybrane cechy fizykochemiczne tłuszczu kakaowego. Materiały XXVII Sesji Naukowej KTChŻ, Szczecin, 1996, 340.
- [19] Yang. C. S., Streifel A. J., Mc Jilton C. E.: Elevated airborne concentrations of fungal populations in non-residential buildings in the United States. *Proceedings of Indoor Air*. Helsinki, **4**, 1993, 219.
- [20] Zyska B.: Mikologia powietrza wewnętrznego budynków. W: Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce'99. Red T. Jędrzejewska-Ścibak, J. Sowa, Politechnika Warszawska, Warszawa 2000, 305.

MICROBIAL STATE OF AIR IN COCOA POWDER PRODUCING FACTORY

S u m m a r y

The estimation of microbiological contamination of air in the building of cocoa powder producing factory was the aim of this investigation. The total counts of bacteria, moulds and yeast were evaluated in the air of technology halls and main and side staircase. The sedimentation Koch's method was used. The total number of bacteria of the most investigation points answered to microbial standards of air in food industry, but counts of moulds and yeast were higher than recommended level. Degree of air contamination depended on work activity. The highest contamination of air occurred in areas of winnowing and grinding of roasted cocoa beans, cocoa powder packing machine and ground floor of main staircase. ☒