

Agata Marosz, Barbara Breza-Boruta, Magdalena Kroplewska

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy
e-mails: agata.marosz@wp.pl; breza@utp.edu.pl; magdalenakroplewska@wp.pl

WYSTĘPOWANIE POTENCJALNIE CHOROBOTWÓRCZYCH BAKTERII W POWIETRZU NA LINIACH PRODUKCYJNYCH ZAKŁADU PRZETWÓRSTWA RYBNEGO

OCCURRENCE OF POTENTIALLY PATHOGENIC BACTERIA IN THE AIR ON PRODUCTION LINES OF THE FISH PROCESSING PLANT

DOI: 10.15611/pn.2017.494.12

JEL Classification: Q18

Streszczenie: Celem pracy było określenie koncentracji potencjalnie chorobotwórczych bakterii w powietrzu na terenie zakładu przetwórstwa rybnego. Do badań wyznaczono 5 stanowisk pomiarowych na różnych etapach procesu technologicznego oraz w holu poza halami produkcyjnymi. Próbki powietrza pobierano metodą impakcyjną z użyciem aerospoku MAS – 100 Eco. Największe zanieczyszczenie powietrza przez pałeczki coli (w tym *Escherichia coli*) oraz gronkowce stwierdzono w strefie niskiego ryzyka. Jednakże maksymalne wartości ogólnej liczby bakterii odnotowano w powietrzu poza halami produkcyjnymi. Sporadycznie w badanym bioaerozolu występowały *Listeria* spp., a wśród nich nie wykryto gatunku *L. monocytogenes*. Z badań wynika, że powietrze może być przyczyną skażenia mikrobiologicznego żywności na każdym etapie produkcji, przyczyniając się do jej psucia i zagrożenia zdrowotnego konsumentów.

Słowa kluczowe: bakterie, powietrze wewnętrzne, skażenie mikrobiologiczne, *Listeria* spp., zakład rybny.

Summary: The purpose of the study was to determine the concentrations of potentially pathogenic airborne bacteria in the fish processing plant. The microbiological air composition study was conducted for the 5 sampling points located at the consecutive stages of the production line and hallway of the fish processing plant. Air samples were collected in two terms with the compaction method using the impactor MAS-100 Eco. The highest concentration of coliforms and *Staphylococcus* in the air was found at low risk zone. However, the maximum value of bacteria was shown in the air outside the processing plant. *Listeria* spp. occurred sporadically and *L. monocytogenes* in isolated strains was not confirmed. The study results show that the air can be a source of microbial contamination at each and every production stage and may cause spoilage and threat to consumer health.

Keywords: bacteria, indoor air, microbial contamination, *Listeria* spp., fish plant.

1. Wstęp

Mięso ryb charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą, a zarazem niską trwałością i możliwością łatwego psucia się surowca. W związku ze składem bogatym w pełnowartościowe białko, kwasy tłuszczowe, makro- i mikroelementy oraz witaminy jest ono dobrą pożywką dla drobnoustrojów, wobec czego istnieje ryzyko szybkiego zanieczyszczenia mikrobiologicznego w trakcie jego przetworstwa [Szymczak, Szymczak 2016]. Przed producentami stawiane są wymagania regulujące każdy etap produkcji żywności – od pozyskania surowca (np. poprawne zabezpieczenie ryb po połowie) przez warunki na hali technologicznej, aż do etapu magazynowania gotowego wyrobu. Przestrzeganie tych zasad pozwala na zmniejszenie ryzyka wtórnego skażenia mikrobiologicznego surowców, półproduktów oraz wyrobów gotowych [Molenda 2010].

Jednym z możliwych źródeł zanieczyszczenia przetwarzanego surowca może być znajdujące się w halach produkcyjnych powietrze. Jest ono dobrym przenośnikiem drobnoustrojów, a także miejscem ich czasowego bytowania, mimo że nie stwarza sprzyjającego środowiska do ich rozwoju [Gutarowska 2011]. Ponadto powietrze może stanowić ryzyko zakażenia mikroorganizmami pochodzącymi z reinfekcji, gdyż ma bezpośredni kontakt z surowcem, sprzętem, aparaturą, opakowaniami, pracownikami oraz z produktem gotowym [Libudzisz, Kowal, Żakowska 2007]. Specyficzne warunki przetwórcze zakładów rybnych tworzą doskonale środowisko do rozwoju różnego rodzaju drobnoustrojów, w tym patogennych [Møretro i in. 2016]. Związane jest to przede wszystkim z zastosowaniem produkcji otwartej, co obejmuje zarówno bezpośrednie oddziaływanie człowieka na surowiec, jak i wpływ otoczenia wewnątrz zakładu. Na skutek dużej liczby czynników mających pośredni lub bezpośredni wpływ na stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza oszacowanie stężenia bioaerozolu jest utrudnione [An, Mainelis, Yao 2004; Koziróg 2012]. Na poziom skażenia ma wpływ jakość surowców głównych i pomocniczych, czystość systemów wentylacyjnych i kanalizacyjnych, urządzeń oraz maszyn, higiena personelu, a także stan sanitarny pomieszczeń produkcyjnych, prawidłowo dobrane metody pracy, jak również parametry mikroklimatyczne, m.in. temperatura, oświetlenie, wilgotność [Karwowska 2005].

W powietrzu hal produkcyjnych mogą występować nie tylko bakterie saprofityczne mogące powodować psucie się produktów spożywczych, ale także zagrażające organizmowi człowieka patogeny [Koziróg 2012]. Do jednych z najgroźniejszych mikroorganizmów chorobotwórczych zaliczyć można bakterie z rodzaju: *Listeria*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Staphylococcus*. Mogą się one przyczyniać do powstawania zatruc pokarmowych, zarówno tych o ostrym, jak i łagodnym przebiegu, spowodowanych spożyciem żywności skażonej bakteriami lub produkowanymi przez nie toksynami. Stanowią one zagrożenia dla zdrowia oraz życia ludzi, przy czym szczególnie narażone są niemowlęta, małe dzieci, kobiety w ciąży, a także osoby starsze i z obniżoną odpornością. W związku z tym niezmiernie ważne jest

przestrzeganie standardów higienicznych, a także prawidłowego czasu i temperatury przechowywania żywności, gdyż wiele drobnoustrojów chorobotwórczych może przeżywać w szerokim spektrum temperatur [Pośniak, Sokół-Leszczyńska, Łuczak 2006].

Ze względu na możliwość występowania patogenów w powietrzu i łatwy ich dostęp do surowców i produktów gotowych duże znaczenie ma stosowanie zasad bezpieczeństwa i prawidłowych warunków higienicznych w trakcie produkcji [Kunicka 2006]. Dzięki wdrożeniu takich systemów, jak: Dobra Praktyka Higieniczna – GHP, Dobra Praktyka Produkcyjna – GMP oraz Analiza Zagrożeń i Krytyczne Punkty Kontroli – HACCP, możliwe jest zminimalizowanie stopnia zanieczyszczenia żywności, a także skażeń mikrobiologicznych pochodzących z różnych źródeł, w tym także zakażeń aerogennych [Paziak-Domańska, Bartodziejska 2015].

Celem pracy było wykrycie bakterii potencjalnie chorobotwórczych bądź stwierdzenie braku ich obecności w powietrzu na liniach produkcyjnych zakładu przetwórstwa rybnego. W badaniach zwrócono szczególną uwagę na występowanie pałeczek *Escherichia coli*, bakterii z rodzaju *Staphylococcus* oraz *Listeria*.

2. Materiał i metody badań

2.1. Pobór próbek

Analizę mikrobiologiczną powietrza dokonano w zakładzie przetwórstwa rybnego zlokalizowanym w województwie pomorskim. Przedsiębiorstwo specjalizuje się w produkcji łososia wędzonego na ciepło i na zimno oraz marynowanego, a sporadycznie także innych gatunków ryb. Zakład o powierzchni ok. 2400 m² jest wyposażony w cztery główne linie produkcyjne, tj. obróbki wstępnej, wędzenia, wychładzania oraz linię krojenia i pakowania, a jego zdolność przerobowa wynosi 20 000 kg gotowego produktu na dobę. Pobór próbek powietrza wykonano w dwóch terminach – latem oraz jesienią 2016 r. w trzech powtórzeniach. Badania odbywały się między godziną 10:00 a 13:30, w czasie intensywnej pracy przedsiębiorstwa i w obecności pełnej obsady personelu na stanowiskach pracy. Na terenie zakładu wyznaczono 5 punktów pomiarowych, po dwa w strefie niskiego ryzyka (pkt 1-2) oraz w strefie wysokiego ryzyka (pkt 3-4). Ponadto wytypowano punkt kontrolny (pkt 5) umiejscowiony poza halą produkcyjną, na korytarzu łączącym drzwi wejściowe, pomieszczenia biurowe oraz toalety. Dokładną charakterystykę stanowisk pomiarowych przedstawiono w tab. 1.

Próbki powietrza pobierano metodą zderzeniową przy użyciu aeroskopu MAS-100 Eco™ firmy Merck (Niemcy). Przez głowicę urządzenia przepuszczano określoną objętość od 200 do 500 litrów powietrza, które zderzało się z powierzchnią podłoża hodowlanego, znajdującego się wewnątrz próbnika, na jałowej płytce Petriego (o średnicy 90 mm). Prędkość przepływu powietrza dla użytego aparatu wynosiła 100 l/min, w tym samym czasie wykonano pomiar temperatury na każdym z wyznaczonych stanowisk, a ich wartości zestawiono w tab. 1.

Tabela 1. Charakterystyka stanowisk pomiarowych poboru powietrza i temperatura na liniach produkcyjnych zakładu przetwórstwa rybnego

Lp.	Stanowisko poboru powietrza	Charakterystyka stanowiska	Temperatura powietrza (°C)	
			lato	jesień
1*	Linia ważenia i układania na tacki	Plastrowanie, układanie i ważenie wędzonych filetów ryb (pstrąga lub łososia) na tackach, które następnie transportowano do pakowania (liczba pracowników w hali – 120)	16,0	16,5
2*	Linia wychładzania	Przygotowanie do chłodzenia – oczyszczanie uwędzonych filetów z resztek skór i transportowanie do tunelu zamrażalniczego (liczba pracowników – 6)	12,1	9,1
3**	Linia obróbki wstępnej	Obróbka wstępna – filetowanie, trzymowanie, odskórzanie i solenie (stan załogi – 40 osób)	13,6	10,0
4**	Linia wędzenia	Pomieszczenie z 4 komorami wędzarniczymi, mieszczące po 6 wózków (stan załogi – 2 osoby)	19,0	12,7
5	Punkt kontrolny (tłowy)	Korytarz wewnątrz budynku na pierwszym piętrze, łączący pomieszczenia biurowe, toaletę oraz drzwi wejściowe	21,2	20,8

* Strefa wysokiego ryzyka, ** strefa niskiego ryzyka.

Źródło: opracowanie własne.

2.2. Analizy mikrobiologiczne

W badanym powietrzu hal produkcyjnych dokonano oznaczenia następujących mikroorganizmów: ogólną liczbę bakterii, pałeczki grupy coli (w tym gatunek *Escherichia coli*) oraz bakterie z rodzaju *Staphylococcus* i *Listeria*. Do hodowli bakterii ogółem zastosowano agar tryptozowo-sojowy TSA, firmy Merck (inkubacja 37°C, 48h), natomiast do izolacji pozostałych drobnoustrojów wykorzystano podłoża wybiórczo różnicujące, tj.: dla pałeczek z grupy coli – agar Endo z dodatkiem fuksyny i laktozy, firmy Merck (inkubacja w 37°C przez 24h), dla bakterii z rodzaju *Listeria* – podłoże chromogenne ALOA, firmy Merck (inkubacja w 37°C przez 24-48h) oraz do hodowli gronkowców – pożywkę Chapmana z mannitolem i czerwieńią fenolową, firmy Merck (inkubacja w 37°C przez 24h, następnie 24h w temp. pokojowej). Po okresie inkubacji dokonano diagnostyki bakterii w oparciu o analizy makro- i mikroskopowe, barwienie Grama oraz odpowiednie testy biochemiczne. Wśród oznaczonych gronkowców wyodrębniono kolonie mannitolododatnie i mannitoloujemne. Do identyfikacji pałeczek *E. coli* wykorzystano szereg biochemiczny IMViC.

W przypadku bakterii z rodzaju *Listeria* wszystkie wyizolowane kolonie przeszczepiono na podłoże TSA, a następnie po 24 godz. zawieszono w bulionie BHI. Potwierdzenie przynależności do rodzaju oraz oznaczenie gatunku *L. monocytoge-*

nes wykonano w oparciu o technikę łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR) i elektroforezę w żelu agarozowym. DNA bakterii wyizolowano zgodnie z protokołem dołączonym do zestawu Genomic Mini AX Bacteria Spin (A&A Biotechnology, Polska). Szczegółowy opis identyfikacji *Listeria* spp. i wykorzystanych starterów do reakcji PCR przedstawiono w pracy [Breza-Boruta, Szala, Kroplewska 2016].

2.3. Opracowanie wyników

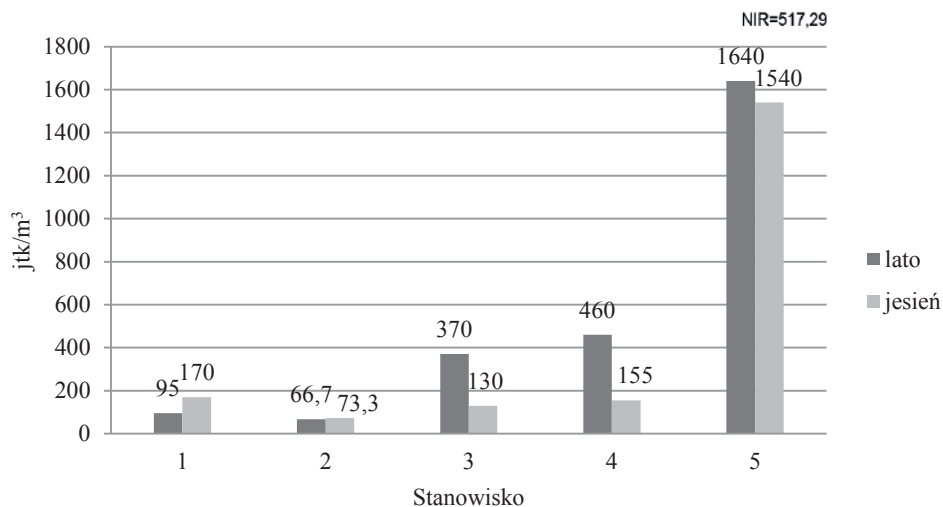
Koncentrację bakterii oznaczonych w powietrzu wyrażono w jednostkach tworzących kolonię (jtk), a następnie, z użyciem statystycznej tablicy konwersji według Feller'a dla systemu monitorowania powietrza MAS-100 Eco, wykonano obliczenia pozwalające dokładnie skorygować ich liczebność. Końcowy wynik koncentracji bakterii przeliczono na 1 m³ powietrza i przedstawiono w jtk/m³. W celu określenia istotności różnic pomiędzy otrzymanymi średnimi przeprowadzono analizę statystyczną testem Tukey'a na poziomie istotności $p = 0,05$ w programie Statistica 10 (StatSoft, Polska).

3. Wyniki i dyskusja

Liczebność drobnoustrojów oznaczanych w badanym powietrzu przedstawiono na rysunkach 1-4. Koncentracja ogólnej liczby bakterii wynosiła od 66,7 do 1640 jtk/m³, przy czym największe zanieczyszczenie powietrza zarówno w okresie letnim, jak i jesiennym stwierdzono na stanowisku 5, tj. na korytarzu łączącym drzwi wejściowe, toaletę i pomieszczenia administracyjne (rys. 1). Wysoka koncentracja ogólnej liczby bakterii w tym punkcie pomiarowym, w porównaniu z pozostałymi stanowiskami, może wynikać z ciągłego korzystania z korytarza zarówno przez pracowników zakładu, jak i osób z zewnątrz, co z kolei przyczynia się do dużej ruchliwości powietrza i nasilonej cyrkulacji. Wśród punktów zlokalizowanych na terenie hal produkcyjnych najwięcej bakterii uzyskano na linii wędzenia (st. 4), a ich liczba osiągnęła wartość 460 jtk/m³. Badania przeprowadzone przez Breza-Borutę i in. [2016] na terenie zakładu mięsnego wykazują, że największa koncentracja bakterii ogółem również występowała na stanowisku wyznaczonym na korytarzu, a na liniach technologicznych ich wartość nie przekroczyła 480 jtk/m³. Prezentowane wyniki uzyskane na terenie przetwórci rybnej są zbliżone do rezultatów badań wykonanych w zakładzie mięsnym, mimo odmiennej specyfiki produkcji.

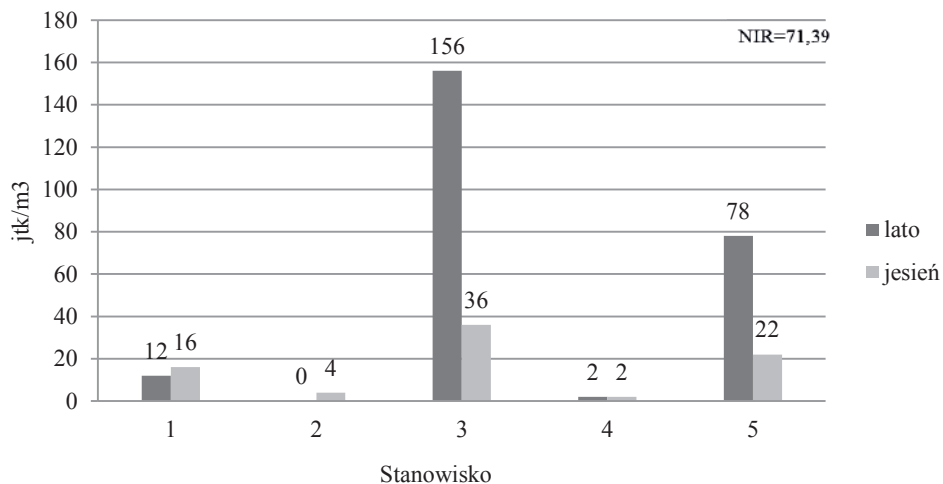
Stężenie pałeczek coli w badanym powietrzu wahało się od 0 do 156 jtk/m³, przy czym najwięcej izolowano ich w terminie letnim w hali obróbki wstępnej (st. 3), gdzie surowiec był filetowy, trzymowany, odkórzany i solony (rys. 2). Należy także zaznaczyć, że wśród wyizolowanych bakterii grupy coli zidentyfikowano gatunek *Escherichia coli*.

W strefie niskiego ryzyka, na stanowisku 3, *E. coli* występowała w ilości 4 jtk/m³, a w punkcie tłowym (korytarz) ich ilość wynosiła latem 4 jtk/m³, a jesienią 6 jtk/m³. Jednym ze źródeł mikroorganizmów w powietrzu wewnętrznym hal produkcyjnych



Rys. 1. Koncentracja ogólnej liczby bakterii w powietrzu hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa rybnego (NIR – różnice istotne w teście Tukey'a ($p=0,05$) dla stanowisk pomiarowych)

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Koncentracja pałeczek coli w powietrzu hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa rybnego (NIR_{T, p=0,05} dla stanowisk pomiarowych)

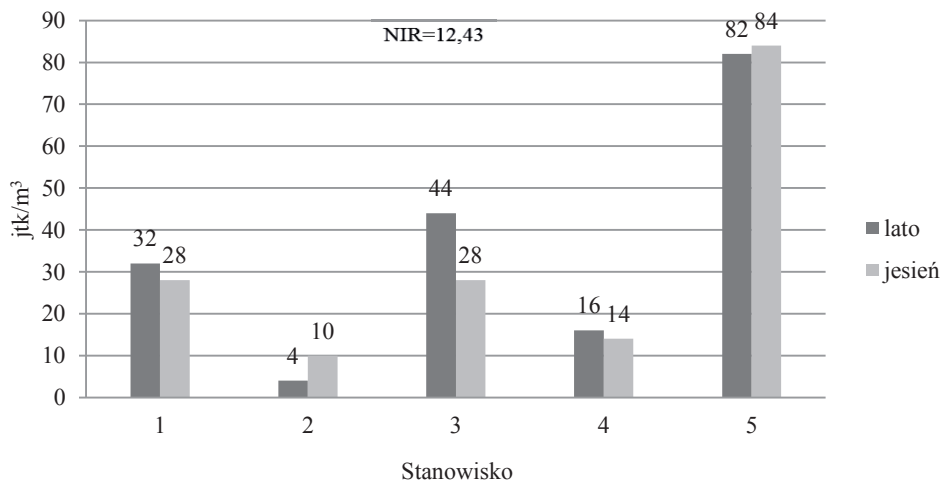
Źródło: opracowanie własne.

jest dostarczany i przetwarzany surowiec. Z badań przeprowadzonych przez Yagoub [2009] wynika, że bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* izolowane były z różnych

części tuszek rybich między innymi z mięśni, skrzeli, skóry oraz z przewodu pokarmowego. Ilość wykrytych pałeczek z grupy coli wahała się w poszczególnych częściach ryb od 2×10^2 jtk/ml na skórze do $7,5 \times 10^6$ jtk/ml w przewodzie pokarmowym, natomiast dla *E. coli* od 1×10^2 jtk/ml na skórze do 4×10^5 jtk/ml w przewodzie pokarmowym. Obecność tych bakterii na tkankach ryb mogła być powodem ich wysokiej koncentracji w powietrzu na linii obróbki wstępnej monitorowanego zakładu. Z literatury wynika, że *E. coli* oraz inne pałeczki z grupy coli są odpowiedzialne za psucie się żywności, a także za zatrucia pokarmowe. Objawy pojawiają się po spożyciu mniej niż 100 żywych komórek bakterii *E. coli* i charakteryzują się bólami brzucha, biegunką oraz gorączką [Kaper, Nataro, Mobley 2004; Trojanowska, Giebel, Gołębiowska 1996; Weiner, Osek 2007]. Zachorować mogą nie tylko konsumenci zanieczyszczonych produktów, ale także pracownicy mający kontakt z obrabianym surowcem lub skażonym powietrzem na stanowiskach pracy, co jest szczególnie istotne, gdyż dawka wystarczająca do zachorowania jest niska [Molenda, Bystron, Bania 2008]. Ponadto na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że okres letni sprzyjał występowaniu większej koncentracji pałeczek z grupy coli w badanym powietrzu.

W badanym bioareozolu stwierdzono obecność bakterii z rodzaju *Staphylococcus*, a największą ich koncentrację, podobnie jak bakterii ogółem, odnotowano na stanowisku 5 wyznaczonym na korytarzu – 84 jtk/m³ (rys. 3). Źródłem tak dużej ilości gronkowców w tym punkcie mogła być licznie przemieszczająca się załoga zakładu oraz osoby spoza firmy, a także umiejscowiona na korytarzu toaleta. Jak podają dane literaturowe, gronkowce powszechnie występują w środowisku, zasiedlają błony śluzowe i skórę ludzi oraz zwierząt. Najistotniejszym przedstawicielem gronkowców jest *Staphylococcus aureus*, wytwarzający enterotoksynę. Toksyna ta jest odpowiedzialna za zatrucia pokarmowe, ponadto jest odporna na działanie wysokich temperatur, nie ulega więc zneutralizowaniu w trakcie pasteryzacji. Mimo że śmiertelność spowodowana przez zatrucia enterotoksynami gronkowcowymi jest niewielka, stanowią one kluczowe miejsce wśród zatruc bakteryjnych w Europie oraz w Stanach Zjednoczonych [Podkowik i in. 2015]. Wśród oznaczonych gronkowców dominowały szczepy mannitoloujemne, szczepy mannitolododatnie zaś, do których należy m.in. *S. aureus*, występowały zdecydowanie w mniejszych ilościach – do 14 jtk/m³. Gronkowce wykryto również w powietrzu pobranym w halach produkcyjnych strefy wysokiego ryzyka (st. 1 i 2), jak i niskiego ryzyka (st. 3 i 4). Powietrze najmniej zanieczyszczone gronkowcami stwierdzono na stanowisku 2, gdzie przygotowywano produkty do wychładzania, a następnie je schładzano. W tym punkcie pomiarowym ich liczebność wahała się od 4 do 10 jtk/m³. Taki wynik może mieć związek z niską temperaturą (9-12°C) panującą w hali. Z literatury przedmiotu wynika, że drobnoustroje te z łatwością przenoszone są przez powietrze i długo zachowują zdolności adaptacyjne, dlatego ważne jest szybkie wychłodzenie i przechowywanie żywności w odpowiedniej temperaturze, a także zachowanie ciągłości procesu technologicznego [Frączek, Kozdrój 2016; Ścieżyńska i in. 2013]. Są

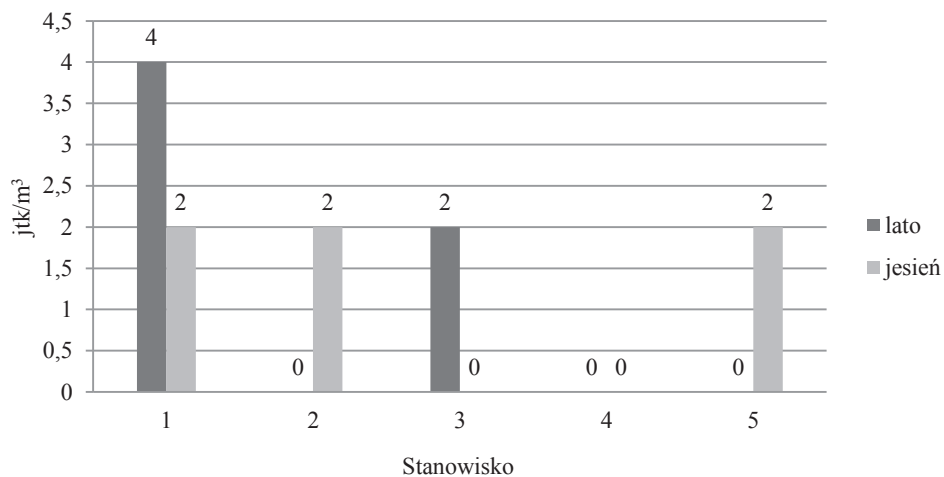
one obecne w środowisku produkcyjnym przetwórstwa rolno-spożywczego, a ich skład ilościowy zależy głównie od stanu higienicznego i profilu produkcji. Wyniki prezentowane w pracy Brezy-Boruty [2015] wskazują, że obecność bakterii z rodzaju *Staphylococcus* w powietrzu na liniach technologicznych zakładu przetwarzania drobiu kształtowała się od 26 do 44 jtk/m³, a zatem autorka uzyskała wyniki zbliżone do prezentowanych dla monitorowanego zakładu przetwórstwa rybnego.



Rys. 3. Koncentracja gronkowców w powietrzu hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa rybnego (NIR_{T, p=0,05} dla stanowisk pomiarowych)

Źródło: opracowanie własne.

Badania powietrza prowadzone na terenie zakładu obejmowały także identyfikację bakterii z rodzaju *Listeria*. Te potencjalnie chorobotwórcze bakterie występowały sporadycznie, jednakże wykryto je na stanowiskach w strefie wysokiego ryzyka (rys. 4). Na podstawie przeprowadzonej diagnostyki molekularnej wśród wyizolowanych szczepów nie potwierdzono obecności gatunku *Listeria monocytogenes*. Jak wiadomo z danych literaturowych, bakterie te występują w żywności przechowywanej w niskich temperaturach, ponadto były izolowane z ryb wędzonych i solonych, zarówno z tkanek, jak i powierzchni tuszek [Tauer i in. 2005]. Mimo dogodnych warunków do rozwoju bakterii *Listeria* spp. na liniach produkcyjnym zakładów rybnych, przeprowadzona analiza próbek powietrza wykazała brak pałeczek *L. monocytogenes*, co może świadczyć o zachowaniu prawidłowej higieny w halach oraz dbałości o czystość stosowanych maszyn i urządzeń. Jak donoszą inni autorzy, poprawny proces technologiczny i zadbane sprzęt produkcyjny umożliwiają zminimalizowanie występowania lub eliminację gatunku *L. monocytogenes* ze środowiska produkcyjnego ryb wędzonych [Reij, Den Aantrekker 2004]. Z kolei Peccio



Rys. 4. Koncentracja *Listeria* spp. w powietrzu hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa rybnego (NIR_{T, p=0,05} – n.i.)

Źródło: opracowanie własne.

i in. [2003] w badaniach nad *L. monocytogenes* w zakładach mięsnych wyizolował te bakterie z powierzchni takich jak noże, maszyny do mieszania i mielenia mięsa.

4. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza mikrobiologiczna powietrza pozwoliła określić stopień jego zanieczyszczenia na terenie zakładu rybnego. Badane grupy bakterii występowały w strefie niskiego ryzyka zdecydowanie częściej aniżeli w strefie wysokiego ryzyka. Wśród izolowanych bakterii pałeczki *E. coli* wykrywane były sporadycznie, a ich obecność nie zagrażała produkowanym wyrobom, natomiast inne pałeczki z grupy coli występowały w zdecydowanie większym stężeniu. Ponadto na wszystkich stanowiskach pomiarowych identyfikowano bakterii z rodzaju *Staphylococcus*. Nie stwierdzono natomiast wśród 12 wyizolowanych szczepów *Listeria* spp. w całym cyku badawczym chorobotwórczego gatunku *L. monocytogenes*.

Uzyskane wyniki wskazują, że największe zanieczyszczenie powietrza bakteriami wystąpiło na linii obróbki wstępnej, co może być związane z wysoką intensywnością pracy, ruchem pracowników, a także obecnością dużej ilości nieprzetworzonego surowca. Ze względu na to, że oznaczone w bioareozolu drobnoustroje uznane są za potencjalnie chorobotwórcze dla człowieka, należy zwrócić szczególną uwagę na szybkie ich wykrycie i uniemożliwienie dalszego przemieszczania się, a tym samym skażenia produktu. Wyeliminowanie potencjalnych dróg mikrobiologicznego skażenia, w tym również zanieczyszczeń przenoszonych drogą aerogenną, dzięki

zachowaniu aseptycznych warunków produkcji w zakładzie, prawidłowej higieny personelu, a także przestrzeganiu procedur bezpieczeństwa, umożliwiła otrzymanie bezpiecznego produktu, niezagrażającego zdrowiu czy życiu konsumenta.

Literatura

- An H.R., Mainelis G., Yao M., 2004, *Evaluation of a high-volume portable bioaerosol sampler in laboratory and field environments*, Indoor Air, 14, s. 385-393.
- Breza-Boruta B., 2015, *Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza hal produkcyjnych zakładu przetwórstwa mięsnego jako potencjalne zagrożenie pracowników*, Medycyna Środowiskowa, 4(18), s. 37-42.
- Breza-Boruta B., Szala B., Kroplewska M., 2016, *Powietrze na liniach produkcyjnych zakładu mięsnego jako źródło zanieczyszczenia mikrobiologicznego*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 461, s. 42-54.
- Frączek K., Kozdrój J., 2016, *Strain differentiation of airborne opportunistic microorganisms within a municipal landfill area as assessed by PCR MP method*, Aerobiologia, 3(32), s. 499-511.
- Gutarowska B., 2011, *Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza w zakładach mleczarskich*, Przegląd Mleczarski, 4, s. 10-16.
- Kaper J.B., Nataro J.P., Mobley H.L.T., 2004, *Pathogenic Escherichia coli*, Nature Reviews Microbiology, 2, s. 123-140.
- Karwowska E., 2005, *Microbiological air contamination in farming environment*, Polish Journal of Environmental Studies, 14(4), s. 445-449.
- Koziróg A., 2012, *Higiena i bezpieczeństwo w procesie wytwarzania żywności*, Przemysł Spożywczy, 66(2), s. 20-23.
- Kunicka A., 2006, *Monitoring higieny w przemyśle spożywczym*, Przemysł Spożywczy, 60(3), s. 31-34.
- Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z., 2007, *Mikrobiologia techniczna*, t. 1 i 2, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Molenda J., 2010, *Mikrobiologia żywności pochodzenia zwierzęcego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław.
- Molenda J., Bystróż J., Bania J., 2008, *Zarazki zoonotyczne – potencjalne zagrożenie bezpieczeństwa żywności*, Medycyna Weterynaryjna, 7(3), s. 49-58.
- Møretro T., Moen B., Heir E., Hansen A.Å., Langsrud S., 2016, *Contamination of salmon fillets and processing plants with spoilage bacteria*, International Journal of Food Microbiology, 237, s. 98-108.
- Paziak-Domańska B., Bartodziejska B., 2015, *Zagrożenia mikrobiologiczne żywności*, Przemysł Spożywczy, 69(1), s. 13-17.
- Peccio A., Autio T., Korkeala H., Rosmini R., Trevisani M., 2003, *Listeria monocytogenes occurrence and characterization in meat-producing plants*, Letters in Applied Microbiology, 37, s. 234-238.
- Podkowiak M., Schubert J., Bania J., Bystróż J., 2015, *Enterotoksyny gronkowcowe w żywności – nowe zagrożenia*, Życie Weterynaryjne, 90(5), s. 310-313.
- Pośniak M., Sokół-Leszczynska B., Łuczak M., 2006, *Profilaktyka zatruc pokarmowych o etiologii bakteryjnej. Cz. I*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 39(4), s. 293-298.
- Reij M.W., Den Aantrekker E.D., 2004, *Recontamination as a source of pathogens in processed food*, International Journal of Food Microbiology, 91, s. 1-11.
- Szymczak M., Szymczak B., 2016, *Cenne właściwości ryb problemem w przetwórstwie*, Przemysł Spożywczy, 70(9), s. 39-42.

- Ścieżyńska H., Maćkiw E., Mąka Ł., Pawłowska K., Modzelewska M., 2013, *Enterotoksyny gronkowcowe w żywności*, 67, s. 41-43.
- Tauer L., Nightingale C., Ivanek R., Wiedmann M., 2005, *Optimal levels of inputs to control Listeria monocytogenes contamination at a smoked fish plant*, The American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Providence, Rhode Island, s. 25-27.
- Trojanowska K., Giebel H., Gołębiowska B., 1996, *Mikrobiologia żywności*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań.
- Weiner M., Osek J., 2007, *Shigatoksyny E. coli – aktualny stan wiedzy*, Medycyna Weterynaryjna, 63(7), s. 758-762.
- Yagoub S.O., 2009, *Isolation of Enterobacteriaceae and Pseudomonas spp. from raw fish sold in fish market in Khartoum state*, Journal of Bacteriology Research, 1(7), s. 85-88.