

KATARZYNA OLBORSKA, PIOTR P. LEWICKI

ORGANIZACJA PROCESU PAKOWANIA PRODUKTÓW MLECZARSKICH I JEJ WPŁYW NA STAN MIKROBIOLOGICZNY POWIETRZA W HALI PRODUKCYJNEJ

Streszczenie

Celem badań było określenie stanu mikrobiologicznego powietrza w hali produkcyjnej mleczarni, ze szczególnym uwzględnieniem zależności poziomu zanieczyszczeń od organizacji procesu pakowania. Ogólną liczbę bakterii w powietrzu hal technologicznych oznaczono metodą sedimentacyjną.

W wielu wykonanych pomiarach liczebność drobnoustrojów przekraczała zakładowe limity systemu HACCP. Mikrobiologiczne zanieczyszczenie powietrza było wynikiem zmian intensywności procesu technologicznego i jego organizacji. Wzmógłony ruch personelu i przepływ powietrza, wywołany operacjami mycia, transportu i przeciągami były najczęstszą przyczyną wzrostu zanieczyszczenia powietrza w hali produkcyjnej.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza, organizacja procesu pakowania, produkty mleczarskie

Wprowadzenie

Badanie stanu mikrobiologicznego powietrza w zakładach przemysłu spożywczego uzasadnione jest wieloma względami, ale przede wszystkim chodzi o kontrolę i zapewnienie optymalnych warunków pracy (bioaerozole bakteryjne i grzybowe mają bowiem bardzo niekorzystny wpływ na samopoczucie człowieka, układ oddechowy, nerwowy i immunologiczny, a nawet powodują i wzmagają stany alergiczne) i higieny środowiska produkcyjnego. Badania jednoznacznie udowadniają, że stan mikrobiologiczny powietrza w hali produkcyjnej wpływa na jakość i trwałość produkowanej żywności [3, 5, 6].

Szczególnie podatne na ryzyko zanieczyszczenia są produkty w przemyśle mleczarskim. Duża wrażliwość na czynniki zewnętrzne i mały stopień przetworzenia oraz

Mgr inż. K. Olborska, prof. dr hab. P. P. Lewicki, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159 C

fakt, że po procesie pakowania nie następuje już żadna operacja technologiczna, mogąca wyeliminować niepożądane zanieczyszczenie, powodują, że szczególnie w trakcie pakowania dochodzi do licznych zakażeń wtórnych. W trakcie pakowania żywność ma bezpośredni kontakt nie tylko z opakowaniami, maszynami pakującymi i personelem, ale również z otaczającym powietrzem, które jest czynnikiem przenoszącym zanieczyszczenia mikrobiologiczne nawet ze znacznie oddalonych elementów budynku.

Na etapie pakowania produktów mleczarskich główne źródło zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza stanowią pracownicy, opakowania i materiały opakowaniowe oraz warunki pomieszczeń, stan sanitarno-higieniczny pomieszczeń, urządzeń produkcyjnych i pomocniczych. Istotne są także wykonywane czynności technologiczne, natężenie ruchu personelu i maszyn oraz sposób cyrkulacji powietrza. Wiele potencjalnych zagrożeń można zatem wyeliminować na etapie organizacji produkcji zarówno na poziomie danego wyrobu, jak i danego zakładu.

Celem pracy było przeanalizowanie stanu mikrobiologicznego powietrza w hali produkcyjnej zakładu mleczarskiego w zależności od czynności wykonywanych w trakcie procesu pakowania: jogurtów, serków termizowanych, sera twarogowego i mleka pasteryzowanego.

Material i metody badań

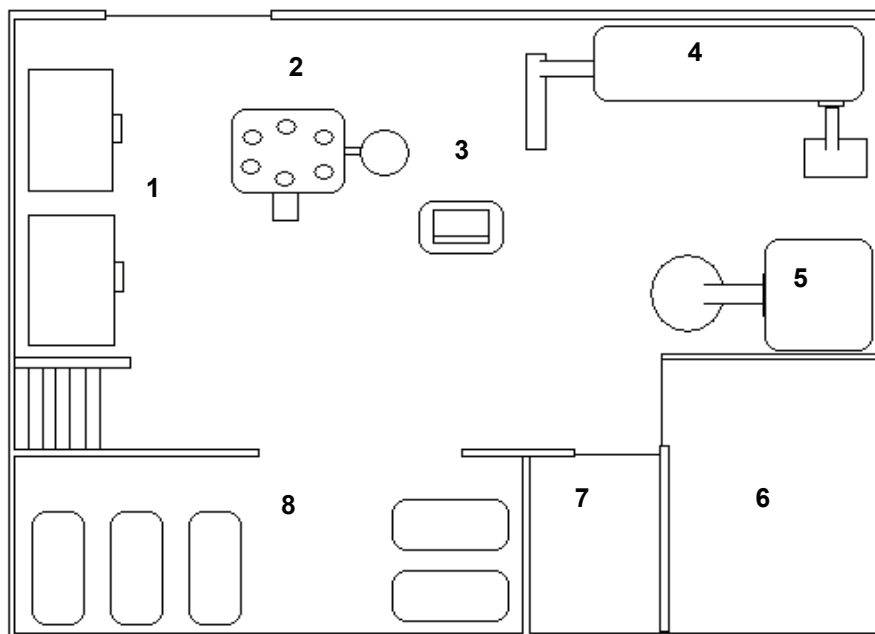
Ocenę stanu mikrobiologicznego powietrza przeprowadzono w zakładzie mleczarskim w trakcie szeroko pojętego procesu pakowania: jogurtów, serków homogenizowanych, sera twarogowego i mleka pasteryzowanego. Urządzenia do pakowania tych produktów zlokalizowane były w obrębie jednej wspólnej hali (rys. 1).

Zbadano powietrze hali technologicznej, ciągów komunikacyjnych, klatki schodowej w trakcie całego cyklu produkcji: pakowania, transportu opakowań do produkcji, wywozu wyrobów gotowych do magazynu, rotacji pracowników na stanowiskach, opuszczania stanowisk w związku z przerwą, mycia międzyprodukcyjnego, wstępnego (przedprodukcyjnego) i końcowego (poprodukcyjnego). Pomiarów wykonywano na wysokości 100 cm nad podłogą, umieszczając petryfilm firmy 3M na ruchomym stoliku do pakowaczki próżniowej, kolejno: w pobliżu pracujących linii pakujących oraz w ciągach komunikacyjnych. W wyznaczonych punktach badawczych wykonywano pomiary co godzinę przez cały okres pracy w hali (od momentu rozpoczęcia przygotowań do startu linii pakującej do jej umycia), przy różnych harmonogramach produkcji.

Ze względu na plan produkcyjny oraz sposób prowadzenia procesu rozróznilo produkcję:

- "ustabilizowaną"- minimalny ruch pracowników (wynikający z długich cykli produkcyjnych i nielicznych "przejsć smakowych", ograniczona rotacja załogi), przygotowanie opakowań i materiałów pomocniczych przed produkcją, wywóz wyrobu

- gotowego po zakończonej produkcji, mycie podłogi i linii po zakończonym procesie pakowania),
- „burzliwą”- znaczny ruch personelu produkcyjnego, częste dostarczanie różnych opakowań i materiałów opakowaniowych (zróżnicowany plan produkcyjny), wywóz wyrobów gotowych, awarie, przerwy w produkcji, liczne "przejścia smakowe", związane z myciem linii i podłogi.



- 1 - pakowanie mleka pasteryzowanego / pasteurized milk packaging,
- 2 - pakowanie twarogu / cottage cheese packaging,
- 3 - pakowanie próżniowe twarogu / cottage cheese vacuum packaging,
- 4 - pakowanie kefiru / kefir packaging,
- 5 - pakowanie jogurtu / yoghurt packaging,
- 6 - magazyn wyrobów gotowych / ready products storage,
- 7 - magazyn opakowań i materiałów opakowaniowych / packaging and packaging material storage,
- 8 - twarożkarnia / cottage cheese production room.

Rys. 1. Schemat ustawienia linii pakujących w hali.

Fig. 2. Packaging lines location scheme.

W opisanych punktach badawczych oznaczano sedymentacyjną metodą Kocha [1, 2, 7] ogólną liczbę bakterii w powietrzu, stosując 15 min ekspozycji. Liczbę drobno-ustrojów w 1 m³ powietrza podczas dobowego cyklu produkcji wyrażano w postaci jednostek tworzących kolonie (jtk).

W badaniach wykorzystano także:

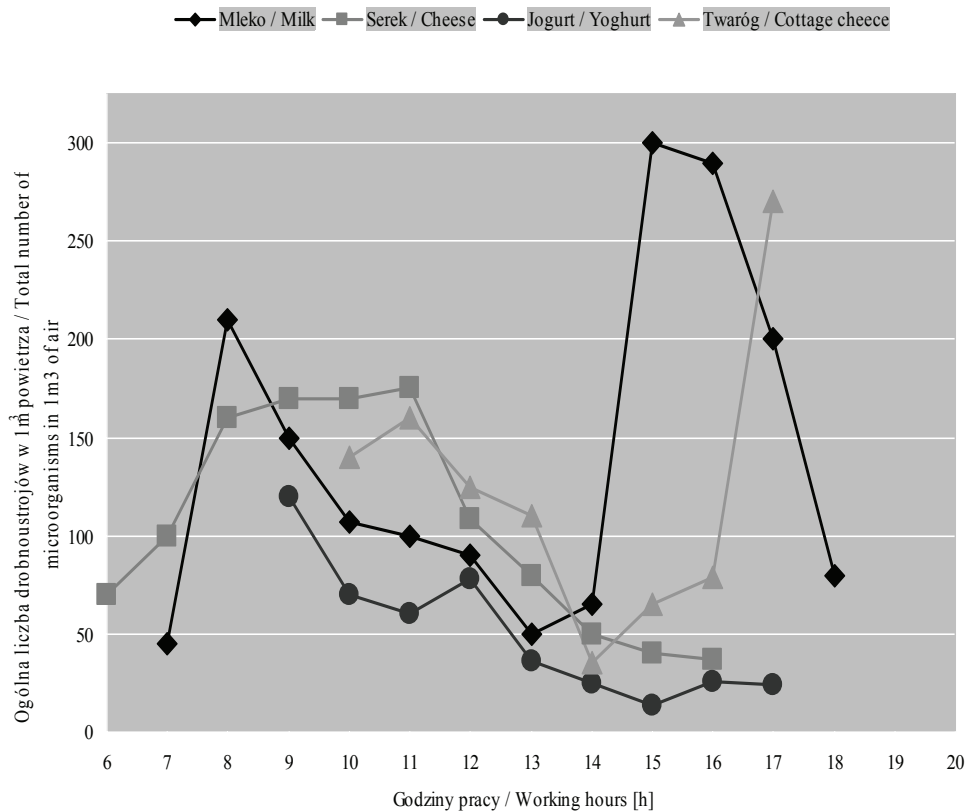
- raporty dotyczące prób przechowalniczych, ilości zwrotów, reklamacji i produktów wycofanych, zanieczyszczenia produktów,
- dokumenty systemu HACCP dotyczące limitów krytycznych,
- wyniki badań mikrobiologicznych dotyczących zanieczyszczenia: opakowań (metoda popłuczyn, met. luminometryczna), urządzeń pakujących (met. luminometryczna, met. tamponowa), rąk (metoda odciskowa).

Na podstawie wykonanych fotografii dnia przebiegu procesów w hali pakowania, prowadzonych wrywkowo w okresie od października 2005 do kwietnia 2006, określono: sposób wydzielenia obszaru pakowania, bliskość innych linii, ciągłość procesu, liczbę i przyczyny przerw technologicznych i pracowniczych, sposób ich realizacji, cyrkulację powietrza (lokalizacja ciągów komunikacyjnych, przeciągi), systemy oczyszczania powietrza, ogólny stan hali (maszyny, kratki ściekowe, ściany, rurociągi), przemieszczanie się załogi, systemy utrzymania higieny urządzeń pakujących.

Wyniki i dyskusja

Oceniając powietrze w wybranych działach badanych zakładów mleczarskich stwierdzono, że największa liczba bakterii (średnio 680 jtk/m³) występowała podczas pakowania wyrobów w dziale galanterii, zaś najwięcej drożdży wykryto (średnio 230 jtk/m³) w strefie pakowania mleka w proszkowni, a pleśni (średnio 160 jtk/m³) w masłowni podczas pracy formiarki. Rozpatrując zanieczyszczenie mikrobiologiczne, jako główną przyczynę zanieczyszczeń produktów mleczarskich w badanych zakładach [3, 8, 10] zauważono, że największe zanieczyszczenie powietrza w hali wystąpiło w trakcie operacji pakowania mleka pasteryzowanego (rys. 2).

Organizacja czynności związanych z pakowaniem produktów mleczarskich ma znaczący wpływ na stan mikrobiologiczny powietrza w hali produkcyjnej [5, 12]. Ogólna liczba drobnoustrojów w badanych próbkach powietrza w trakcie różnych operacji technologicznych wahała się w przedziale od 20 nawet do 1200 jtk w 1m³ powietrza. Chociaż średnio nie przekraczała wartości 425 jtk/m³ powietrza, to jednak była to wartość znacznie wyższa od standardów przyjętych w zakładowym systemie HACCP. Zanieczyszczenie powietrza w hali w przypadku aż 32% dni produkcyjnych ponad dwukrotnie przekroczyło limity krytyczne, założone przez mleczarnię. Wg badań, pakowanie stanowiło krytyczny punkt kontrolny w 18% zakładów spożywczych i w przypadku aż 90% badanych linii w mleczarniach [11].



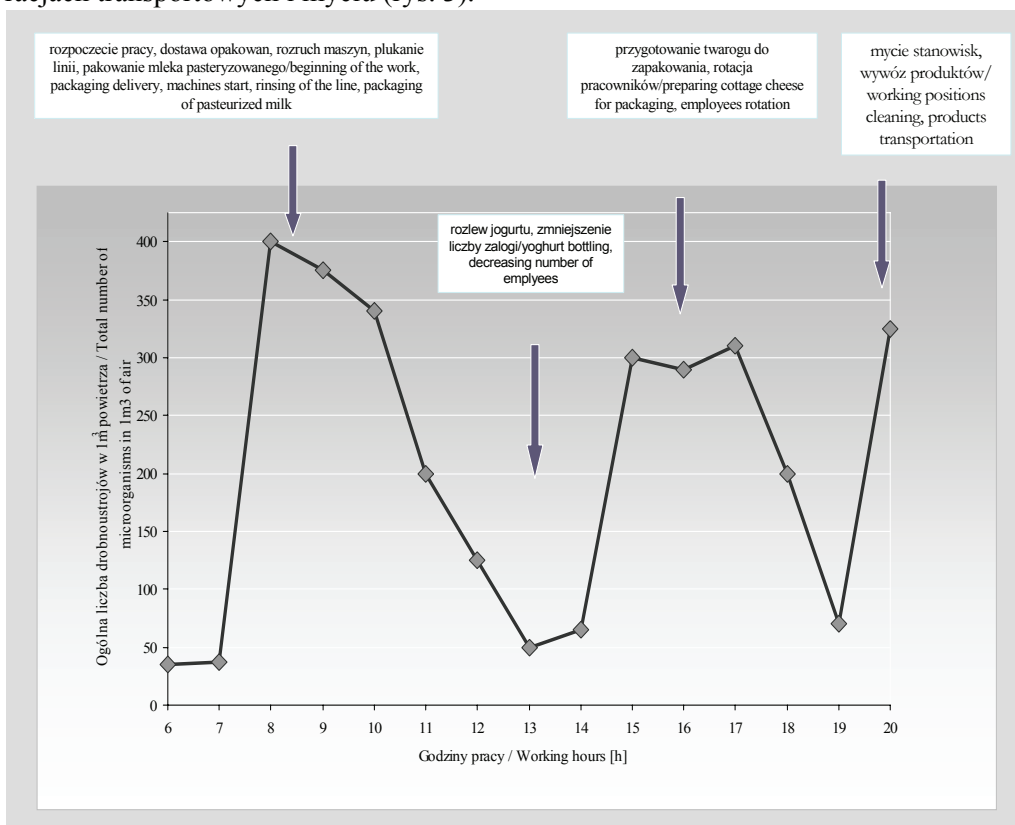
Rys. 2. Zanieczyszczenie powietrza w trakcie produkcji mleczarskiej.

Fig. 2. Air contamination while dairy production.

Porównując poziom zanieczyszczenia hali w trakcie produkcji różnego sortymentu stwierdzono, że największe występuje w przypadku pakowania mleka pasteryzowanego, co wynika z ilości mycia i ruchu pracowników w trakcie tego etapu produkcji wyrobu (rys. 2). Najniższe zapylenie odnotowano w trakcie pakowania jogurtów. Można to wytłumaczyć ograniczoną liczbą personelu i stopniem ich kontaktu, wydzielaniem obszaru pakowania (komora laminarna), oddaleniem maszyny pakującej od innych linii (rys. 1). Różne operacje charakteryzują się bowiem inną specyfiką [4]. Poziom zanieczyszczeń gwałtownie wzrasta przede wszystkim przy rotacji pracowników, w operacjach transportowych i w trakcie mycia linii (rys. 3).

Porównując poziom zanieczyszczenia hali w trakcie produkcji różnych sortymentów stwierdzono, że największe występuje w przypadku pakowania mleka pasteryzowanego, co wynika z częstotliwości mycia i ruchu pracowników w trakcie tego etapu produkcji (rys. 2). Najniższe zapylenie odnotowano w trakcie pakowania jogurtów.

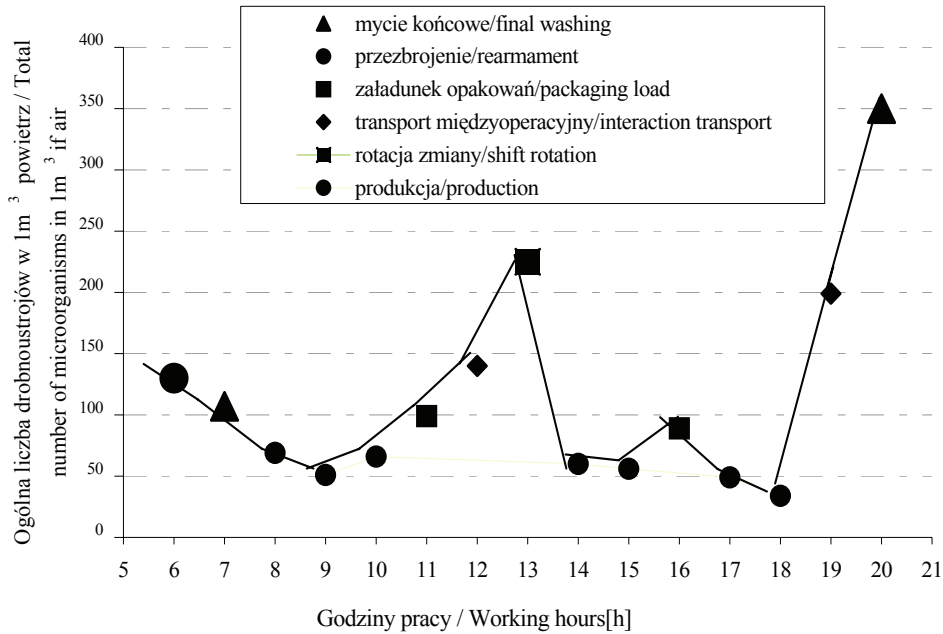
Można to wytłumaczyć ograniczoną liczbą personelu i stopniem ich kontaktu, wydzielaniem obszaru pakowania (komora laminarna), oddalenie maszyny pakującej od innych linii (rys. 1). Różne operacje charakteryzują się bowiem inną specyfiką. Poziom zanieczyszczeń drastycznie wzrasta przede wszystkim przy rotacji pracowników, operacjach transportowych i myciu (rys. 3).



Rys. 3. Zanieczyszczenie powietrza w zależności od czynności wykonywanych w hali.

Fig. 3. Air contamination depending on production process.

Rozgraniczenie kolejnych faz produkcji wyrobu gotowego na kolejne etapy ułatwia wyjaśnienie czynników wpływających na zmianę ogólnej liczby drobnoustrojów w powietrzu w miejscu produkcji (rys. 4). Jednocześnie okazuje się, że porównanie zanieczyszczenia hali produkcyjnej w chwili produkcji „ustabilizowanej” (ruch pracowników ograniczony do minimum, przygotowanie opakowań i materiałów pomocniczych przed produkcją, wywóz wyrobu gotowego po zakończonej produkcji, mycia podłogi i linii po zakończonym procesie pakowania) do produkcji „burzliwej” (rys. 5) pozwala stwierdzić, że wpływ organizacji procesów pomocniczych w trakcie pakowania na zanieczyszczenie mikrobiologiczne hali jest jednoznaczne i bezsprzeczne [9, 12].



Rys. 4. Zanieczyszczenie powietrza jako wynik operacji produkcyjnych.

Fig. 4. Air contamination as a result of production operations.



Produkcja: s - stabilna, ns - niestabilna mleka pasteryzowanego (zgodnie z analogicznym harmonogramem produkcji, ale inną organizacją pracy załogi) / Pasteurized milk production process: s - stable, ns - unstable (according to analogical production harmonogram, but with different work organization).

Rys. 5. Produkcja mleka w zależności od procesu produkcyjnego.

Fig. 5. Milk production depending on production process.

Wnioski

1. Porównanie wielkości zanieczyszczenia powietrza w hali produkcyjnej w zależności od sposobu organizacji procesu pakowania wykazało, że stopień zanieczyszczenia hali produkcyjnej w trakcie pakowania zmienia się pod wpływem wielu czynników. Zależy on przede wszystkim od: charakterystyki systemu pakowania określonego produktu (stopień zautomatyzowania, zastosowanie filtracji powietrza, wydzielenie obszaru pakowania), ruchu personelu, higieny urządzeń pomocniczych, przeciągów w obrębie miejsca pakowania.
2. Średnio w 70% przyczyną zanieczyszczenia wyrobów mleczarskich były mikroorganizmy, z czego ponad 56% pochodziło od pracowników. Były one przenoszone przez powietrze. Operacje transportu, przygotowania produkcji, mycia i ruch załogi były powodem unoszenia się pyłów z powierzchni różnych elementów hali, stając się źródłem 28% zanieczyszczeń.
3. Zanieczyszczenie powietrza w hali kształtowało się różnie, w zależności od sposobu organizacji procesu pakowania. Czynności wykonywane w sposób przemysłowy i precyzyjny ograniczały zanieczyszczenie powietrza nawet do 20 jtk w 1 m³. Wzmoczona rotacja załogi i wielokrotne, nieskoordynowane prowadzenie procesu mycia, wywoływały burzliwy przepływ powietrza, przenosząc mikroorganizmy i bezpośrednio przekładając się na ilość zanieczyszczonych produktów. Ogólna liczba drobnoustrojów w 1 m³ wzrastała przy pakowaniu analogicznego asortymentu nawet ponad 10-krotnie.

Literatura

- [1] Cordier J. L.: Sampling and testing for pathogens essential in safe food manufacture, *New Food*, 2002, 2, 37-40.
- [2] Duszkiewicz-Reinhard W., Grzybowski R., Sobczak E.: Teoria i ćwiczenia z mikrobiologii ogólnej i technicznej. Wyd. SGGW. Warszawa 1999, s.136.
- [3] Fraser E.: Environmental monitoring in the food industry. *New Food*, 2002, 5, 9-14.
- [4] Hamrol A., Mantura W.: Zarządzanie jakością - teoria i praktyka. Wyd. Nauk. PWN. Warszawa 1999.
- [5] Jakubczyk E.: Gospodarka powietrzem w mleczarniach. *Przem. Spoż.*, cz.1; 2003, 6, 56-59; cz. 2; 2003, 7, 64-68.
- [6] Kołożyn-Krajewska D., Sikora T.: HACCP. Koncepcja i system zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności. Wyd. SITSpoż. Warszawa 1999.
- [7] Krzysztofik B.: Mikrobiologia powietrza. Wyd. Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1992.
- [8] Lelieveld H.L.M., Mostert M.A., Holah J., White B.: Hygiene in food processing. Woodhead Publishing Limited. Cambridge 2003.
- [9] Lewicki P.P.: Technologia czystych pomieszczeń. *Przem. Spoż.*, 2001, 8, 60-64.
- [10] Olborska K., Lewicki P.P.: Wpływ warunków pakowania produktów mleczarskich na ich trwałość i jakość. *Mat. Konf. XXXVII Sesji Nauk. KNoŻ PAN nt. „Doskonalenie jakości żywności i żywienia w perspektywie potrzeb konsumenta XXI wieku”*. Gdynia 2006, s. 251.

- [11] Olborska K., Lewicki P.P.: Znaczenie procesu pakowania dla bezpieczeństwa żywności. *Przem. Spoż.*, 2005, **8**, 84-87, 103.
- [12] Olborska K., Lewicki P.P.: Zagrożenia w procesie pakowania produktów mleczarskich. *Mat. V Jubileuszowej Konf. Nauk. PTTŻ i SGGW z cyklu: Jakość i bezpieczeństwo żywności nt: „Jakość i bezpieczeństwo żywności - uwarunkowania surowcowe, technologiczno-produkcyjne i prawne”*. Warszawa – Białobrzegi, 2005, s. 44.

ORGANIZATION OF DIARY PRODUCTS' PACKAGING PROCESS AND IT'S INFLUENCE FOR MICROBIOLOGICAL AIR CONTAMINATION IN PRODUCTION'S ROOMS

S u m m a r y

The estimation of microbiological contamination of air in the dairy building was the aim of this survey, especially the influence of level of air contamination as a result of packaging process organization. The total counts of bacteria in the air of production rooms were marked by Koch's sedimentation method. The total number of bacteria of the most investigation points do not answered to microbial recommended level for air in factory's HACCP standards. Degree of air contamination depended on work activity and its organization. Increased employees movement and air flow, conducted by washing, transportation and draughts were the most often reason of air contamination increase in the production room.

Key words: microbiological air contamination, packaging process organization, dairy products ☒