

Mgr inż. Joanna PIEPIÓRKA

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Koszalińska

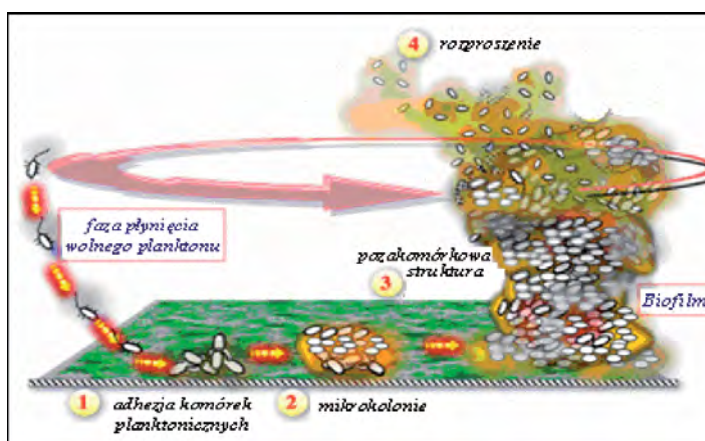
ANALIZA WARUNKÓW WYSTĘPOWANIA BIOFILMÓW W SYSTEMACH CIP®

Biofilmy na powierzchniach kontaktujących się z żywnością stanowią poważne zagrożenie w przemyśle spożywczym. Ich obecność przyczynia się do mikrobiologicznego zanieczyszczenia żywności oraz negatywnie wpływa na warunki pracy urządzeń. W artykule przedstawiono problem występowania biofilmów w instalacjach do mycia w systemie CIP. Zwrócono uwagę na najistotniejsze czynniki konstrukcyjne i procesowe wpływające na adhezję mikroorganizmów oraz zasady projektowania i instalowania systemów CIP w zakładach przetwórstwa spożywczego.

WPROWADZENIE

W przemyśle spożywczym obecność mikroorganizmów na wewnętrznych powierzchniach urządzeń technologicznych stanowi zagrożenie zarówno dla producentów jak i konsumentów żywności. Drobnoustroje oraz produkty ich metabolizmu zanieczyszczają produkt spożywczy, obniżając jego jakość, trwałość i przydatność do spożycia. W konsekwencji żywność taka, staje się zagrożeniem dla zdrowia konsumenta. Łatwość kolonizacji drobnoustrojów na powierzchniach produkcyjnych, wynikająca z ich szybkiej adaptacji do nowych warunków, sprzyja powstawaniu tzw. biofilmów bakteryjnych. Są to unieruchomione w biopolimerowym podłożu komórki drobnoustrojów jednego lub więcej gatunków, tworzące złożoną i trudną do usunięcia strukturę. Ich obecność w instalacjach produkcyjnych stwarza ogromny problem dla producentów żywności i przysparza wielu trudności związanych z ich usunięciem. Bakterie, ukryte pod warstwą wytworzonego przez siebie śluzu, zdolne są przetrwać najbardziej niekorzystne warunki. Odporność na wysokie temperatury oraz substancje myjąco-dezynfekujące daje im możliwość dalszego, często niekontrolowanego rozwoju. Dojrzały biofilm łatwo adsorbuje zanieczyszczenia z otaczającego go środowiska produkcyjnego oraz w wyniku odrywania się pojedynczych komórek bakteryjnych od jego macierzystej struktury i wykazuje tendencje do zanieczyszczania dalszych elementów konstrukcji. Błony biologiczne zakłócają również pracę wielu urządzeń technologicznych, m.in. hamują procesy wymiany ciepła w wymiennikach płytowych, natomiast w rurociągach transportujących blokują mechaniczne przepływy. Związki chemiczne (kwasy, związki wodorowe), powstałe w procesach życiowych komórek drobnoustrojów, biodegradują składniki powierzchni metalicznych i polimerowych, wskutek czego konieczna jest okresowa konserwacja urządzeń produkcyjnych a nawet wymiana poszczególnych elementów na nowe [2, 4, 13]. Obecność biofilmów wiąże się również ze stratami finansowymi związanymi z usuwaniem skutków ich obecności oraz z poszukiwaniem alternatywnych metod zapobiegających ich narastaniu.

Tworzenie biofilmów bakteryjnych jest procesem dynamicznym i można w nim wyróżnić cztery etapy. Adhezję komórek planktonicznych do powierzchni (adhezja odwracalna i nieodwracalna), utworzenie mikrokolonii, utworzenie pozakomórkowej struktury zwanej biofilmem oraz odzepianie się fragmentów biofilmu od struktury macierzystej i zanieczyszczanie kolejnych elementów instalacji (rys. 1) [13].



Rys. 1. Etapy formowania biofilmu.

Fig. 1. Essential steps of bacterial biofilm formation.

Mechanizmy przylegania komórek do powierzchni obejmują dyfuzję wywołaną turbulencją w układzie, sedymentację w miejscach, w których przepływ cieczy ma małą prędkość, termoferezę, czyli różnicę temperatur w obrębie cząsteczki oraz ruchliwość drobnoustrojów [2]. Pierwszy etap formowania matrycy biofilmu (adhezja) uwarunkowany jest zdolnościami drobnoustrojów do wytwarzania zewnątrzkomórkowych białek, łatwo absorbujących do powierzchni. Obecność na powierzchni substancji organicznych, szczególnie białek, cukrów i ich pochodnych, wynikająca z nieskutecznego procesu mycia, w znaczący sposób ułatwia ten proces. Na tym etapie, komórki bakteryjne są jeszcze słabo związane z powierzchnią roboczą, dzięki czemu łatwo je usunąć zwykłymi środkami chemicznymi. Jest to tzw. faza adhezji odwracalnej, po której następuje adhezja nieodwracalna. Zapoczątkowują ją wydzielane przez komórki bakteryjne adhezyny białkowe (EPS – extracellular polymeric substances), dzięki którym tworzy się mocno związana z powierzchnią błona biologiczna, łatwo adsorbująca inne zanieczyszczenia.

Wzajemne oddziaływanie sił fizycznych (ciśnienia hydrodynamiczne, ruchy Browna, siły Van der Waalsa, dyfuzja, grawitacja), sił chemicznych (tworzenie wiązań hydrofobowych, wodorowych i jonowych nieswoistych) oraz sił mikrobiologicznych (tworzenie wiązań pod wpływem adhezyn białkowych) powoduje, że osadzone komórki stają się trudne do usunięcia [4, 5, 6, 11]. W etapie drugim komórki dzielą się i namnażają, tworząc mikrokolonie. W wyniku przemian metabolicznych drobnoustrojów powstają biopolimerowe

związki tworzące śluzową warstwę (glikokaliks), otaczającą rozrastającą się mikrokolonie i stanowiące naturalną barierę chroniącą komórki przed działaniem czynników zewnętrznych tj.: środki myjące, dezynfekcyjne oraz wysoka temperatura czynnika myjącego. Utworzona warstwa glikokaliksu łatwo adsorbuje wszelkie zanieczyszczenia organiczne i nieorganiczne, które stanowią źródło pokarmowe dla mikroorganizmów. Tworzy się coraz większa warstwa brudu stabilizująca całą strukturę biofilmu.

Kolejny etap, to powstanie biofilmu. Pomędzy poszczególnymi koloniami bakteryjnymi tworzą się kanały wodne dyfundujące substancje odżywcze i tlen oraz odprowadzające na zewnątrz produkty przemiany materii [4, 11, 17, 19]. Odmienny charakter środowiska chemicznego w obrębie biofilmu wynikający z ograniczeń, jakim podlega dyfuzja, sprzyja rozwojowi wielu gatunków drobnoustrojów. W głębszych warstwach, zubożonych w związki pokarmowe i tlen, występują komórki znajdujące się w stanie anabiozy i charakteryzujące się niską aktywnością metaboliczną. Na skutek otaczającego ich środowiska zmieniają swoją fizjologię i zmniejszają tempo wzrostu, stając się bardziej odpornymi na działanie substancji toksycznych [2, 10, 19]. Natomiast komórki w zewnętrznych warstwach, mające dostęp do substancji odżywczych i tlenu, są w pełni aktywne życiowo i zdolne do dalszych podziałów.

W ostatnim etapie następuje odrywanie się komórek bakterii, bądź całych mikrokolonii, od dorosłego biofilmu i zanieczyszczanie dalszych elementów konstrukcji. Etap ten, jest końcem jednego procesu formowania struktury biofilmu oraz początkiem kolejnego [13].

Problemy wynikające z obecności błon biologicznych mogą być zredukowane bądź eliminowane poprzez stosowanie skutecznych metod do mycia i dezynfekcji linii produkcyjnych [19]. Jednym z takich rozwiązań, stosowanym w przemyśle spożywczym, jest system mycia CIP (clean in place). Proces mycia polega na przepuszczeniu przez urządzenia produkcyjne środków: myjącego, dezynfekującego i płuczającego w specjalnie opracowanych programach, bez konieczności demontażu instalacji. Daje to możliwość wielokrotnego wykorzystania mediów myjących oraz zapewnia powtarzalność procesów mycia.

Efektywne zapobieganie tworzeniu się biofilmów bakteryjnych w urządzeniach produkcyjnych, mytych w obiegu zamkniętym, powinno rozpocząć się na etapie konstrukcji samych urządzeń oraz projektowania zakładu i linii technologicznej. Aby zminimalizować adhezyjność drobnoustrojów do powierzchni maszyn kontaktujących się z żywnością oraz ułatwić usuwanie zanieczyszczeń podczas zabiegów mycia w systemie CIP, istotne jest, uwzględnienie materiałów konstrukcyjnych i technologii wykonania urządzeń produkcyjnych oraz takie konstruowanie zespołów roboczych, aby nie powstawały martwe (trudno dostępne) przestrzenie i zagłębienia, w których gromadzą się pozostałości poprodukcyjne i bakterie. Instalacja CIP stanowi integralną część linii technologicznej, natomiast sam proces mycia i dezynfekcji, kolejny etap produkcji kończący daną partię. Odpowiednia konstrukcja, dobrze opracowany program mycia oraz monitoring parametrów mycia w skuteczny sposób usuwają zanieczyszczenia i zapobiegają tworzeniu się biofilmów bakteryjnych [8, 9, 14, 20].

CEL I ZAKRES BADAŃ

Zasadniczym celem badań zaprezentowanych w artykule była identyfikacja czynników wpływających na adhezję drobnoustrojów do powierzchni kontaktujących się z przetwarzaną żywnością oraz wskazanie elementów konstrukcji linii produkcyjnych, mytych w systemie CIP, które ułatwiają narastanie biofilmów bakteryjnych. Zwrócono uwagę na czynniki mycia przekładające się na stosowane programy mycia w stacjach CIP. Badania przeprowadzono na podstawie doniesień literatury krajowej i zagranicznej oraz na podstawie własnych obserwacji podczas odbywania stażu w jednym z zachodniopomorskich browarów. W/w zakład wyposażony był w trzy stacje mycia, obsługujące różne działy. Każda z instalacji CIP przeznaczona była do mycia urządzeń produkcyjnych o odmiennym od siebie charakterze pracy.

Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono, że ryzyko narastania biofilmów w urządzeniach produkcyjnych mytych w systemie CIP jest zmniejszone wówczas gdy: zastosowane zostaną odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne bezpośrednio wpływające na adhezję drobnoustrojów oraz opracowane zostaną prawidłowe warunki procesu mycia i dezynfekcji wpływające na ich usuwanie.

ANALIZA WARUNKÓW WYSTĘPOWANIA BIOFILMÓW

Rozwiązania konstrukcyjne – Materiały konstrukcyjne

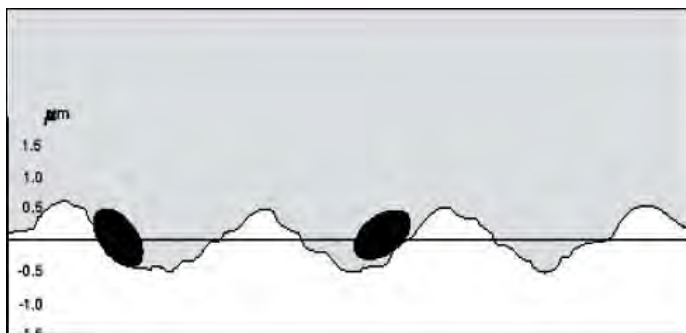
Istotnym czynnikiem warunkującym adhezję mikroorganizmów do powierzchni abiotycznych jest rodzaj i charakter powierzchni. Materiały konstrukcyjne, stosowane do kontaktu z żywnością, muszą być trwałe, odporne na wysokie temperatury, obojętne chemicznie oraz łatwe do umycia [9]. Wielu badaczy, potwierdza również istotność hydrofilowych właściwości powierzchni, które w znaczący sposób osłabiają i zapobiegają przyleganiu drobnoustrojów [4, 5, 6].

Obecnie, jednym z nielicznych materiałów konstrukcyjnych, który jest zatwierdzony jako materiał do wykonywania urządzeń dla przetwórstwa spożywczego jest stal nierdzewna kwasoodporna. Spełnia ona wysokie wymagania zarówno w zakresie higieny oraz toksyczności. Głównie stosuje się stale chromoniklowe z grupy H18N9 walcowane i ciągnione. Takie wykończenie jest wystarczające dla utrzymania standardu higienicznego, jednakże niekiedy, potrzebne jest polerowanie mechaniczne lub elektrolityczne, szczególnie wówczas, gdy proces produkcji odbywa się w sposób ciągły i charakteryzuje się długim czasem trwania [4, 7, 9].

Różnego rodzaju uszczelki oraz pomocnicze elementy konstrukcji wyposażenia technologicznego wykonywane są z materiałów gumowych, silikonowych, polipropylenowych, polistyrenowych, teflonowych i in. Wykazano, że bakterie łatwiej osadzają się na powierzchniach z tworzyw sztucznych. Ponadto materiały te są mniej odporne na uszkodzenia mechaniczne a powstające w nich pęknięcia, ubytki i perforacje są trudne do umycia i dają możliwość akumulowania się w ich wnętrzu drobnoustrojów [4, 5, 6, 23].

Istotna jest również chropowatość powierzchni roboczej (R-factor). Nieregularności powierzchni wynikające z jej porowatości mają największe znaczenie w pierwszych etapach tworzenia biofilmów, jednak nie ulega wątpliwości, że stopień ich wykoń-

czenia decyduje o łatwości usunięcia z nich przyczepionych bakterii. Zatem powierzchnie stykające się z żywnością muszą być odpowiednio wykończone, a ich chropowatość nie powinna przekraczać $0,8 \mu\text{m}$, (wartości te są regulowane w zależności od obszaru branży przemysłu spożywczego) [5, 6, 12, 19] (rys. 2).



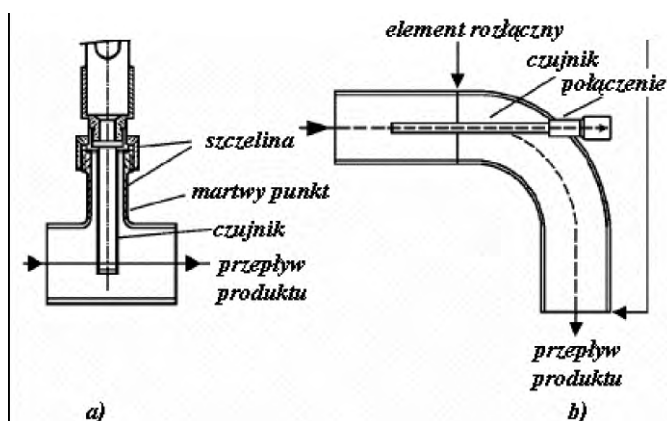
Rys. 2. Adhezja komórek bakteryjnych do powierzchni o chropowatości $0,5 \mu\text{m}$.

Fig. 2. Bacteria cells adhesion to surface at $0,5 \mu\text{m}$ roughness.

Należy unikać wszelkich pęknięć, wżerów, szczelin, zagłębień lub rys, których obecność stanowi doskonały punkt zaczepienia dla komórek drobnoustrojów.

Rozwiązania konstrukcyjne – Konstruowanie zespołów roboczych

Zespoły robocze powinny być tak skonstruowane, aby nie powstawały w nich martwe przestrzenie i zagłębienia. Takim krytycznym punktem są wszelkiego rodzaju czujniki pomiarowe montowane w instalacji, zakłócające prawidłowe warunki przepływu czynnika (rys. 3).

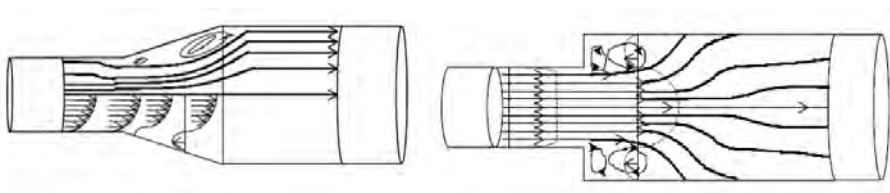


Rys. 3. Niehigieniczne (a) i higieniczne (b) montowanie czujników pomiarowych [20].

Fig. 3. Hygienic (a) and unhygienic (b) install sensors.

Spadek prędkości przepływu mediów w powstałych kieszeniach oraz utrudniony dostęp środków myjących, powodują, że nagromadzone w nich osady i namnażająca się mikroflora stają się zagrożeniem dla higieny produkcji [9]. Podobnie jest z rurociągami. Długa i nieuporządkowana sieć rur biegnących w różnych kierunkach i pod różnym kątem, (często również o różnej geometrii), powoduje znaczne spadki ciśnienia płynu co wpływa na zaburzenie optymalnych warunków mycia i nieskuteczność całego procesu (rys. 4).

Konieczność stosowania w instalacjach produkcyjnych takich elementów jak zawory, kolanka, uszczelki itp. stanowi kolejny, krytyczny punkt kontroli dla procesu higienizacji. Dlatego też, od w/w elementów wymaga się specjalnej konstrukcji i dostosowania do mycia w obiegu zamkniętym. Zawory, które obecnie produkowane są głównie z materiałów nierdzewnych i ze szkła, muszą być pozbawione jakichkolwiek przestrzeni i szczelin, gdzie mogłyby pozostawać resztki cieczy a jednocześnie muszą dać się idealnie oczyszczać przepływającym roztworem bez rozbiierania. Inne warunki, które musi spełniać automatyczny zawór to: łatwość demontażu oraz możliwość szybkiej kontroli i wymiany poszczególnych elementów [20]. Ponadto wszelkie połączenia (trwałe i nietrwałe) powinny być tak wykonane, aby powierzchnie, od strony przetwarzanego produktu, były ciągłe i gładkie oraz aby nie występowały w nich żadne szczeliny, w których gromadzą się zanieczyszczenia i drobnoustroje [9].



Rys. 4. Schemat przepływu czynnika myjącego w rurze o stopniowej i nagej zmianie przekroju [15].

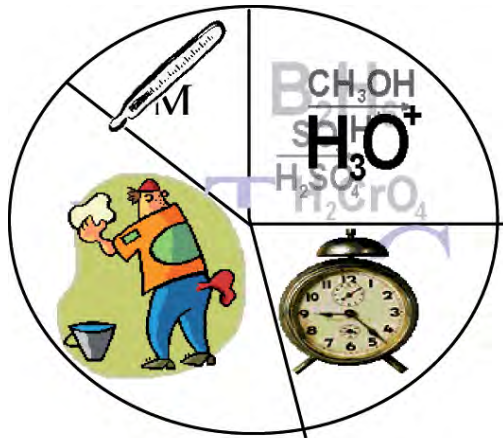
Fig. 4. Schematic diagram of fluid flow in in gradual and sudden expansion [15].

Rozwiązania konstrukcyjne – Dostosowanie urządzeń do mycia w obiegu zamkniętym

Urządzenia biorące udział w produkcji żywności można podzielić, pod względem ich dostosowania do mycia w obiegu zamkniętym, na trzy podstawowe grupy produkcyjne: naczynia (kotły, tanki, zbiorniki itp.), rurociągi transportujące oraz urządzenia przepływowe (pasteryzatory, homogenizatory, nalewarki itp.). Do każdej grupy ustalone są pewne, typowe, z góry założone standardy, dotyczące rozwiązań konstrukcyjnych ich dostosowania do mycia w systemie CIP. Mycie naczyń produkcyjnych odbywa się poprzez natrysk środków chemicznych za pośrednictwem głowic rozpylających, natomiast mycie rurociągów na skutek przepływu. Jednak mimo istniejących standardów, każde z urządzeń wymaga indywidualnych rozwiązań technicznych, ze szczególnym uwzględnieniem gabarytów, zasady działania oraz zachodzącego wewnątrz procesu. Rodzaj i ilość głowic w danym zbiorniku zależy od wielkości mytej powierzchni oraz właściwości powstających osadów. Dla zbiorników o średnicy powyżej 8 m istnieje konieczność stosowania więcej niż jednej dyszy natryskowej. Jeżeli dodatkowo wewnątrz umieszczone są mieszadła, węzownice lub inne elementy konstrukcyjne, wówczas, pomiędzy przeszkodą a ścianą powinna być zainstalowana dodatkowa głowica rozpylająca [9, 20]. Największy problem stanowią urządzenia przepływowe, co wynika z ich skomplikowanej, często nietypowej budowy. Przykładem może być nalewaki do płynów (mleka, piwa, soku). W normalnych warunkach pracy końcowe zespoły instalacji są otwarte i służą do napełniania opakowań jednostkowych. Przystosowanie ich do mycia w obiegu zamkniętym wymaga zamknięcia otworów wylotowych i stworzenia obiegu zamkniętego [20].

Warunki procesu mycia i dezynfekcji – Czynniki mycia

Aby otrzymać dobry efekt końcowy higienizacji, niezbędna jest właściwa kombinacja parametrów mycia. Temperatura, stężenie środka chemicznego oraz siła mechaniczna z jaką działamy na mytą powierzchnię w połączeniu z czasem mycia, to istotne czynniki w programie mycia. Ich zależność zobrazowano na rys 5.



Rys. 5. Interakcje czterech podstawowych czynników decydujących o efektywności mycia.

Fig. 5. Interaction four primary parameters decided about effective clean.

Rozmiary sektorów wskazują na relatywną ważność poszczególnych parametrów. Jeśli przyjmijemy, że przedstawione koło gwarantuje 100% skuteczność zabiegu, wówczas, aby otrzymać tę samą efektywność procesu mycia, zmiana jednego z nich (np. krótszy czas mycia) musi być zrekompensowana przez odpowiednią, jakościową lub ilościową zmianę jednego lub więcej pozostałych parametrów (np. środek myjący) [1, 22]. Decydując o wielkości udziału poszczególnych parametrów należy rozważyć kryteria w/w sektorów: **Energia cieplna**, dostarczana jest do układu w postaci gorących roztworów myjących. Podwyższona temperatura ułatwia rozpuszczanie osadów, katalizuje reakcje zachodzące pomiędzy reagentami oraz obniża napięcie powierzchniowe [24]. „**Energia chemiczna**” zawarta w środkach myjących powoduje, że wchodzi one w reakcje ze składnikami osadu powodując ich rozpuszczenie, zmydlanie lub peptyzację. **Czas** powinien być optymalny i znajdować się pomiędzy czasem mycia niezbędnym dla uzyskania czystych powierzchni a staraniem do jego maksymalnego skrócenia ze względów ekonomicznych [25]. Najważniejszy czynnik to **energia mechaniczna**. W systemach CIP wyrażona jest w postaci sił ścinających i burzliwości przepływu. Prędkość oraz całkowite zwilżenie powierzchni wchodzących w kontakt z produktem mają ogromny wpływ na warunki usuwania osadów. Gwarantuje to mechaniczny efekt mycia, sprzyja odrywaniu się cząsteczek osadu od mytych powierzchni, ich rozproszeniu w całej objętości płynu oraz przetransportowaniu i usunięciu [1, 22, 24].

PODSUMOWANIE

Kontrola tworzenia się biofilmów na powierzchniach stykających się z żywnością powinna odbywać się zarówno poprzez zapobieganie ich powstawaniu oraz ich usuwanie. Dzięki znajomości czynników warunkujących początkowe stadia

adhezji mikroorganizmów można podjąć skuteczne działania zapobiegające tworzeniu się biofilmów:

1. Charakter i stan powierzchni abiotycznej warunkuje adhezję drobnoustrojów.
2. Odpowiednia konstrukcja elementów i zespołów roboczych instalacji produkcyjnej ma istotne znaczenie w pozyskiwaniu czystości mikrobiologicznej.
3. Indywidualne dostosowanie urządzeń produkcyjnych do mycia w systemie CIP warunkuje skuteczne mycie.
4. Dostępność składników odżywczych, pH i temperatura środowiska mogą intensyfikować proces narastania biofilmów.
5. W pozyskiwaniu czystości fizycznej i mikrobiologicznej aparatów i urządzeń technologicznych oraz dróg transportujących niezbędna jest identyfikacja wytrącających się osadów.
6. Odpowiednio zastosowane metody i środki higienizacji są niezwykle ważne dla redukcji zagrożeń różnego pochodzenia.

LITERATURA

- [1] Andrzejewski R.: Nowoczesne technologie mycia i dezynfekcji, Przegląd Mleczarski 10/2001, s. 450-453.
- [2] Berthold A. Biofilmy w przemyśle spożywczym, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 1/2007, s. 60-66.
- [3] Bremer P.J., Fillery S. i in.: Laboratory scale Clean in place (CIP) studies on the effectiveness of different caustic and acid wash steps on the removal of dairy biofilms, International Journal of Food Microbiology, Vol. 106, 2006, pp. 254-262.
- [4] Chmielewski R.A.N., Frank J.F.: Biofilm Formation and Control in Food Processing Facilities, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Vol. 2, 2003, pp. 22-32.
- [5] Czaczyk K.: Czynniki warunkujące adhezję drobnoustrojów do powierzchni abiotycznych, Postępy Mikrobiologii 2004, 43, s. 267-283.
- [6] Czaczyk K.: Adhezja mikroorganizmów do powierzchni stykających się z żywnością, Przemysł Spożywczy 2/2005, s. 28-31.
- [7] Czaczyk K.: Metody usuwania biofilmów bakteryjnych z powierzchni stałych, Przemysł Spożywczy 2/2007, s. 19-21.
- [8] Diakun J., Piepiórka J.: Analiza programów mycia w systemie CIP w browarze, Inżynieria Rolnicza nr. 2 (111).
- [9] Dreeszen, P.H.: Biofilm Key to understanding and controlling bacterial growth in Automated Drinking Water Systems, Edstrom Industries, Inc.1997, <http://www.edstrom.com/DocLib/biofilm.pdf> dostępna 3.01.2008.
- [10] Kraigsley A., Ronney P.: Hydrodynamic influence on biofilm formation, <http://carambola.usc.edu/research/biophysics/BIOFILMS4WEB.html>.
- [11] Królasik J.: Biofilm – mikrobiologiczna strategia przetrwania, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2005/11, s. 14-18.
- [12] Lappin-Scott H.M., Bass C.: Biofilm formation: Attachment, growth, and detachment of microbes from surfaces, Am J Infect Control 2001; Vol. 29, No. 4, pp. 250-251.

- [13] Lee Wong A.C.: Biofilms in Food Processing Environments, *Journal of Dairy Science*, Vol. 81, No. 10, 1998, pp. 2765-2770.
- [14] Lelievre C., Legentilhomme P. i in.: Cleaning in place: effect of local wall shear stress variation on bacterial removal from stainless steel equipment, *Chemical Engineering Science*, Vol. 57, 2002, pp. 1287-1279.
- [15] Lelieveld H. i in.: *Higiene in food processing*, Woodhead publishing limited, 2003, England, pp. 197-230.
- [16] Lewicki P.: Mycie maszyn i urządzeń w przemyśle spożywczym, *Przemysł Spożywczy* 2/2005, s. 24-27.
- [17] Loosdrecht M.C.M i in.: Biofilm Structures, *Water Science and Technology* Vol. 32, Issue: 8, 1995, pp. 35-43.
- [18] Myszkka K., Białas W. i in.: Kinetyka tworzenia biofilmów bakteryjnych na materiałach technicznych w zależności od dostępności składników odżywczych, *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 3 (44), 2005, s. 127-137.
- [19] Paulsen L.: Microbial Biofilm in Food Processing *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie* Vol. 32, Issue: 6, September, 1999, pp. 321-326.
- [20] Piepiórka J., Diakun J.: Mycie w systemie CIP *Przemysł Spożywczy* 2007/10, s. 40-44.
- [21] Piepiórka J., Diakun J.: System CIP czyli mycie na miejscu, *Higiena & Pest Control*, 3/06/2007, s. 14-17.
- [22] Seiberling D.A.: The CIP Evangelist <http://www.seiberling4cip.com/>.
- [23] Sharma M., Amand S.K.: Biofilms evaluation as an essential component of HACCP for food/dairy processing industry – a case, *Food Control*, Vol. 13, 2002, pp. 469-477.
- [24] Zakrzewski E.: Prawidłowe mycie i dezynfekcja warunkiem uzyskania wysokiej jakości produktów mleczarskich, *Przegląd Mleczarski* 09/1993, s. 248-249.
- [25] Ziajka S.: *Mleczarstwo – zagadnienia wybrane cz. II*, Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn 1997.

CONDITIONS' ANALYSIS OF BIOFILMS OCCURRENCE IN CIP SYSTEMS

SUMMARY

Biofilms on food contact surfaces make up the serious threat in the food industry. Their presence contributes to the microbiological soiling food and influences on the work of food equipment. The fight with biofilms already begin on the stage of projecting the food processing equipment and by the implementation of effective method cleaning. The article present problem of occurrence of biofilms in installations to cleaning in the CIP system. The turn attention on the construction and operating factors influencing on microorganisms adhesion and on the principle of projecting and installing the CIP system in the food department.