

Jarosław DIAKUN

e-mail: jaroslaw.diakun@tu.koszalin.pl

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Koszalińska, Koszalin

Metody i kryteria oceny stopnia umycia powierzchni urządzeń przetwórstwa spożywczego

Wstęp

Mycie maszyn, instalacji, sprzętu jest konieczne dla zachowania warunków niedopuszczających do skażenia przetwarzanego materiału spożywczego. Proces mycia przeprowadza się po zakończeniu cyklu technologicznego lub po określonym czasie w przypadku prowadzenia produkcji w systemie ciągłym. Zabiegi procesu mycia prowadzi się tak, aby uzyskać czyste powierzchnie. Zakłada się uzyskanie pełnej (idealnej) czystości. W rzeczywistości nie osiąga się wymycia idealnego. Zwłaszcza w miejscach o niedostatecznym oddziaływaniu czynników myjących, mogą pozostawać resztki zabrudzeń. Dłuższy czas ich zalegania doprowadza do rozwoju w tych miejscach mikroflory, która może skutkować skażeniem przetwarzanego materiału spożywczego.

Potrzeba oceny skuteczności mycia i stopnia czystości występuje w dwóch aspektach. W warunkach techniczno-produkcyjnych występuje potrzeba podjęcia decyzji o parametrach procesu mycia i jego zakończeniu. Należy zatem ocenić, czy efekt mycia jest zadawalający. Drugi aspekt to ocena jakości mycia w badaniach testowania urządzeń myjących, środków do mycia, procedur mycia oraz w badaniach naukowych.

Celem opracowania jest przedstawienie stosowanych powszechnie metod oceny skuteczności mycia i kontroli czystości oraz opracowanej przez autorów skali oceny skuteczności mycia w warunkach badawczych.

Metody i techniki sprawdzania czystości

Czystość mytych powierzchni rozpatruje się pod względem fizycznym, chemicznym i mikrobiologicznym. Czystość powierzchni oceniać można bezpośrednio lub efekt mycia określać można poprzez pomiar cieczy myjącej. Do oceny czystości stosować można metody: sensoryczną, pomiar parametrów fizycznych, za pomocą wskaźników chemicznych, badań mikrobiologicznych.

Najprostszą i najtańszą jest metoda sensoryczna. W tym najpowszechniej stosowana jest ocena wizualna. Poprzez oględziny ocenić można stan powierzchni, stopień zanieczyszczenia cieczy myjącej lub płuczącej. Obserwacja wzrokowa jest mało precyzyjna. Stosunkowo czuła jest ocena stanu powierzchni poprzez dotyk. Łatwo wyczuwalne są nawet niewielkie chropowatości, szorstkość lub śliskość powierzchni. Osoby z dobrą wrażliwością węchową potrafią ocenić stan czystości po zapachu. Stosowanie metod sensorycznych wymaga dostępności do mytych powierzchni lub bezpośredniej obserwacji cieczy myjącej.

Metody fizyczne wymagają zastosowania czujników i aparatury pomiarowej. Zależnie od zastosowanej techniki pomiarowej wyróżnić można:

- metody optyczne, w tym pomiary zmętnienia cieczy myjącej, laserowa identyfikacja cząstek zawiesiny, ocena powierzchni z zastosowaniem komputerowej analizy obrazu;
- pomiary elektryczne cieczy myjącej: przewodności, *pH*;
- ocenę zwilżalności powierzchni za pomocą cieczy wykazujących powinowactwo do określonego typu zabrudzenia np. olejek kamforowy do tłuszczu, plyn *Lugola* do skrobi.

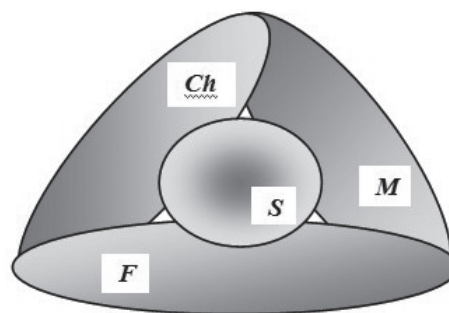
Metody chemiczne polegają na bezpośredniej identyfikacji (wykrywaniu) określonych związków (białka, tłuszcze, cukry) lub zastosowaniu odczynnika – reagenta, który wchodząc w reakcję ze związkami obecnymi w zanieczyszczeniu sygnalizuje istnienie zabrudzenia. Metodyki bezpośredniego oznaczania rodzaju i stężenia związków (technika-

mi miareczkowania, ekstrakcji, destylacji, chromatografii, spektrometrii) jest stosunkowo pracochłonna i prowadzona jest w przypadku potrzeby dokładnej identyfikacji określonych składników w osadach lub cieczach myjących. Opracowane są szybkie testy oznaczania obecności wybranych związków za pomocą szybkich testów pośrednich. Dotyczy to zwłaszcza identyfikacji obecności białka, które jest najtrudniej usunąć w procesie mycia i jego pozostałość w przypadku niedomycia jest najgroźniejsze ze względu na to, że stanowi podłoże do rozwoju szkodliwej mikroflory. Najpopularniejsze są testy polegające na identyfikacji kolorystycznej wiązania jonów miedzi z łańcuchami peptydowymi białek oraz z cukrami w środowisku kwaśnym (na purpurowo) lub alkalicznym (na fioletowo). Dostępne są odpowiednie zestawy wymazowe w postaci fiolek.

Szczegółowe informacje odnośnie metod fizycznych i analitycznych technik chemicznych oceny czystości można znaleźć w literaturze [1–5].

Najgroźniejszą formą zabrudzenia, mogącą powodować skażenia produktu spożywczego, są zanieczyszczenia mikrobiologiczne, szczególnie bakteryjne. Metody oceny czystości mikrobiologicznych polegają na bezpośredniej inkubacji posiewów na pożywkach lub na identyfikacji aktywności bakterii lub ich metabolitów. Dostępnych jest bardzo wiele technik do analizy mikrobiologicznej żywności. W pracach [4, 6, 7] zostały one przedstawione wraz z przykładami aparatury. Techniki te mogą być zastosowane do oceny czystości mytych powierzchni, cieczy myjących oraz ewentualnego skażenia żywności.

Wiele technik ma charakter jednoczesnego zastosowania i wzajemnego wspomaganie wielu metod. Graf obrazujący skojarzony charakter metod oceny mycia przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Nakładanie się obszarów metod oceny skuteczności mycia: *F* – fizyczne, *Ch* – chemiczne, *M* – mikrobiologiczne, *S* – sensoryczne

W centrum występują metody organoleptyczne. Wspomagane są one jednak technikami fizycznymi (np. ocena rozpylania się kropli olejku rycynowego), chemicznymi (np. indykatory barw) i mikrobiologicznymi (np. testy fluoroscencyjne). Aparatura analizująca skażenia chemiczne lub mikrobiologiczne oparta jest na pomiarach fizycznych: przewodności, fotometrii lub wykorzystuje np. technikę mikrofiltracji. Identyfikacja mikroorganizmów wykorzystuje metody wykrywania związków chemicznych będących efektem ich metabolizmu.

Techniczno-przemysłowe metody określania skuteczności mycia

Skuteczność mycia ręcznego, które może być wspomagane również mechanicznie (np. szczotki mechaniczne, mycie ciśnieniowe) oraz che-

micznie (środki myjące) i powierzchnie dostępne do oględzin, oceniana jest bezpośrednio organoleptycznie. Jedynie jako w celach kontrolnych, sporadycznie stosuje się testy chemiczne i mikrobiologiczne.

Powszechną obecnie techniką jest mycie instalacji bez ich demontażu czyli systemem CIP (*Cleaning In Place*). Niekiedy wiele tygodni instalacje nie są demontowane. Skuteczność mycia zapewniana jest przede wszystkim procedurami mycia i zastosowaniem w nich odpowiedniego stężenia środków myjących i dezynfekcyjnych [8].

Możliwy jest bieżący pomiar parametrów cieczy myjącej [3, 9, 10], ale nie daje to informacji o czystości mytych powierzchni. W instalacjach mycia CIP stosowany jest zasadniczo tylko pomiar stopnia wypłukania, poprzez pomiar przewodności cieczy myjącej. Płukanie świeżą wodą prowadzi się do osiągnięcia parametrów czystej wody tak, aby w instalacji nie pozostały środki myjące.

Przeprowadzone rozpoznanie wykazało, że konieczne jest okresowe sprawdzanie czystości powierzchni wewnętrznych instalacji mytych metodą CIP, aby nie dopuścić do rozwoju flory mikrobiologicznej i skażenia produktu [3–5, 8].

Ocena stopnia umycia

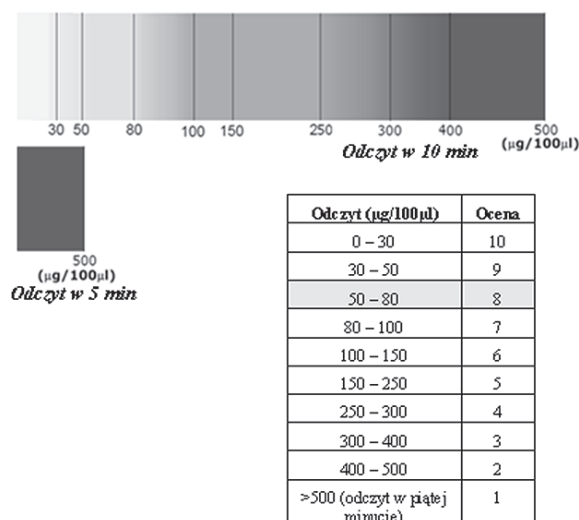
O ile w myciu przemysłowym celem jest osiągnięcie całkowitej czystości mytych powierzchni, to w badaniach występuje potrzeba oceny poziomu skuteczności mycia. Aby prowadzić badania kinetyki mycia lub ocenić porównawczo różne techniki, parametry, urządzenia, nie zawsze celowe jest doprowadzenie do całkowitej (idealnej) czystości. W badaniach występuje potrzeba standardowego brudzenia powierzchni, a następnie ocena stopnia umycia.

Program brudzenia standardowego był między innymi analizowany w pracy [11], gdzie proponowano preparat na bazie mieszaniny oleju i lecytyny.

Metoda standardowego brudzenia oraz procedura oceny skuteczności działania zmywarek zawarta jest w normie [12]. Proponowane jest brudzenie standardowe zastawy stołowej mlekiem, jajkiem, osadem kawy i herbaty, następnie utrwalanie zabrudzenia w cieplarni. Po procesie mycia oceniana jest skuteczność działania zmywarki poprzez zliczanie śladów niedomycia i ostateczną ocenę w skali sześciopunktowej (0÷5).

Autorzy wypracowali metodę brudzenia i oceny skuteczności mycia rurociągu [3, 9, 14] oraz wymiennika płytowego [15] przy badaniach procesu mycia na laboratoryjnej stacji CIP. Okazało się, że skutecznym medium brudzącym jest mleko. Brudzenie rurociągu prowadzono przez wygrzewanie kontrolnego odcina wypełnionego mlekiem przez 60 min w temperaturze (60÷70)°C. Brudzenie powierzchni płyt prowadzono poprzez spryskiwanie ich mlekiem za pomocą rozpylacza oraz utrwalanie w komorze termicznej w temp. 80°C. Napylenie mleka na płyty i ich wygrzewanie powtarzano trzykrotnie. Otrzymywano widoczny osad kompleksu białkowo-tłuszczowego dający trudno usuwalne zabrudzenie. Po wielu próbach wypracowano procedurę oceny stopnia mycia w dziesięciostopniowej skali, przystosowując metodę z normy [12] oraz test wymazowy identyfikacji obecności białka (Rys. 2). Obie zastosowane metody wykazały zgodną ocenę skuteczności mycia.

Parametry mycia w badaniach dobrano w taki sposób, aby pozostawały ślady niedomycia powierzchni umożliwiające różnicowanie stopnia wmycia. Program umożliwiał badanie kinetyki procesu mycia oraz ocenę wpływu parametrów na skuteczność usuwania zabrudzenia i efektywność energetyczną.



Rys. 2. Metoda oceny stopnia czystości z zastosowaniem testu kolorymetrycznego ProTect

Podsumowanie

Dostępne są w literaturze informacje o licznych metodach i technikach sprawdzania czystości i efektywności mycia z zastosowaniem oceny sensorycznej, pomiarów fizycznych, procedur chemicznych i mikrobiologicznych. Wiele technik ma charakter wspomagania wielu metod.

W warunkach mycia w przemyśle w przypadku dostępności powierzchni najpowszechniej stosowana jest ocena sensoryczna z kontrolami chemicznymi i mikrobiologicznymi. W systemie mycia CIP czystość warunkowana jest procedurami mycia.

Autorzy wypracowali system standardowego brudzenia i metodę oceny stopnia umycia umożliwiającą badanie kinetyki procesu i ilościowego wpływu parametrów.

LITERATURA

- [1] C. R. Gillham, P. J. Fryer, A. P. M. Hasting, D. I. Wilson: Journal of Food Eng. 46, 199 (2000).
- [2] P. P. Lewicki: Przem. Spoż. nr 2, 39 (1994).
- [3] S. Mierzejewska, J. Diakun: Inż. Roln. 11 (71), 325 (2005).
- [4] G. Moore, C. Griffith: Food Microb. 19 (1), 65 (2002).
- [5] J. Piepiórka, S. Mierzejewska: Higiena i Pest Control 5 (14), 17 (2008).
- [6] K. Czaczyk, K. Trojanowska: Przem. Spoż. nr 2, 14 (2006).
- [7] A. Kunicka-Styczyńska: Przem. Spoż. nr 2, 18 (2009).
- [8] J. Piepiórka, J. Diakun: Inż. Roln. 2 (111), 153 (2009).
- [9] J. Diakun, S. Mierzejewska, J. Piepiórka: Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego. nr 1, 34 (2009).
- [10] P. P. Lewicki: Przem. Spoż. nr 2, 12, (2006).
- [11] N. E. Bennion, C. M. Ramsay: FOOD Quality Conf. and Expo. Philadelphia, 3–5.10.2000.
- [12] Polskie Normy: PN-EN 50242-2004.
- [13] B. Merheb, G. Nassar, B. Nongailard, G. Delaplace, J. C. Leuliet: Journal of Food Eng. 82 518 (2007).
- [14] J. Piepiórka, J. Diakun: Inż. Ap. Chem. 48, nr 1, 24 (2009).
- [15] J. Piepiórka, J. Diakun: Inż. Ap. Chem. 50, nr 1, 33 (2011).

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010 – 2012 jako projekt badawczy nr NN 313 136 838.