

**Władysław Chojnowski, Hanna Nowak, Maria Baranowska**

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

e-mail: chowla@uwm.edu.pl

---

## **NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA POPRAWIAJĄCE HIGIENĘ W ZAKŁADACH MLECZARSKICH CZEŚĆ 1. MYCIE ORAZ MONITORING HIGIENY**

---

**Streszczenie:** W pracy scharakteryzowano sposoby mycia w zakładach przemysłu mleczarskiego. Omówiono sposób mycia jednofazowego, mycia ze środkami zawierającymi enzymy. Przedstawiono urządzenia czyszczące suchym lodem do urządzeń trudnodostępnych oraz delikatnych powierzchni. Opisano, w jaki sposób powinna być przestrzegana higiena osobista personelu. Przedstawiono metody do monitorowania higieny, takie jak: metoda pomiaru ATP, metoda ELISA, indykator barwy, paski testowe oraz próbniki powietrza.

**Słowa kluczowe:** mycie, mleczarstwo, higiena.

### **1. Wstęp**

Pojęcie higieny produkcji obejmuje [Rosiak 2006]: czystość maszyn, urządzeń oraz pomieszczeń; czystość powietrza; higienę personelu.

Od kilku lat na polskim rynku można zaobserwować postęp w dziedzinie higieny produkcji [Godlewska 2007c].

Podstawą higieny w zakładzie mleczarskim są wykonywane procesy mycia i dezynfekcji urządzeń produkcyjnych, narzędzi oraz pomieszczeń [Michalski 2003]. W przemyśle mleczarskim ewolucję tę stymulują rosnące wymagania nowoczesnych procesów technologicznych, oczekiwania klientów oraz wymagania normatywne dotyczące coraz wyższych standardów higienicznych [Piechowiak, Herczuch 2003]. Wprowadzanie nowoczesnych urządzeń higienicznych i sanitarnych oraz innowacyjnych metod nie tylko umożliwia utrzymanie czystości na najwyższym poziomie, ale przyczynia się do obniżenia kosztów działalności firmy. Nowe rozwiązania pozwalają na oszczędność mediów i mniejsze obciążenie ściekami środowiska naturalnego. Zmiany w procesie higienizacji prowadzą również do poprawy bezpieczeństwa, usprawnienia i komfortu pracy personelu [Godlewska 2007c]. Zasadom higieny produkcji podporządkowane muszą być rozwiązania techniczne i konstruk-

cyjne maszyn i urządzeń, hal produkcyjnych, a także organizacja procesu produkcyjnego [Lewicki 2005]. Projektowanie higienizacji w zakładzie przemysłu spożywczego powinno się rozpoczynać na etapie projektowania zakładu i rozwiązań technologicznych w nim stosowanych [Godlewska 2007a].

Procesy mycia i dezynfekcji maszyn, urządzeń i pomieszczeń produkcyjnych mają bardzo duże znaczenie w całym systemie zapewnienia higieny produkcji [Lewicki 2005]. Właściwy sposób prowadzenia tych zabiegów oraz dobór preparatów pozwalają na odpowiednie przygotowanie pomieszczeń i powierzchni do produkcji. Umożliwiają wytwarzanie produktów w otoczeniu wolnym od zanieczyszczeń biologicznych, chemicznych i fizycznych [Godlewska 2007a]. Stosowany system mycia powinien zapewnić najwyższe standardy higieniczno-sanitarne oraz bezpieczeństwo zdrowotne żywności [JohnsonDiversey 2003].

W procesach mycia dąży się do stosowania prostych w obsłudze urządzeń technicznych, mniej agresywnych chemicznie i ekologicznych preparatów [JohnsonDiversey 2003; JohnsonDiversey 2008].

Postęp w optymalizacji stosowanych metod i środków do mycia i dezynfekcji następuje równolegle na dwóch płaszczyznach:

- konstrukcji nowoczesnych układów myjących,
- wprowadzenia nowej generacji środków myjąco-dezynfekujących i dezynfekujących [Piechowiak, Hreczuch 2003; JohnsonDiversey 2003; JohnsonDiversey 2008].

## 2. Środki do mycia jednostopniowego

Środki jednofazowe są niewątpliwym osiągnięciem w zakresie technologii mycia. W systemie jednostopniowego mycia zamiast powszechnego mycia alkalicznego i kwaśnego prowadzi się jedno mycie podstawowe z pominięciem płukania międzyoperacyjnego [Piechowiak, Hreczuch 2003].

Preparaty stosowane w myciu jednostopniowym zawierają wielokierunkowo działające składniki, takie jak: fosforany, polifosforany, fosfoniany, kwasy hydroksykarboksylowe, kwasy aminokarboksylowe oraz związki powierzchniowo czynne.

Substancje te zapewniają:

- dobrą zwilżalność powierzchni przez zmniejszenie napięcia powierzchniowego,
- dyspersję i usuwanie zanieczyszczeń,
- rozpuszczanie kamienia mlecznego,
- kompleksowanie związków powodujących twardość wody,
- działanie antykorozyjne, antypieniące oraz bakteriobójcze,
- łatwe wyplukiwanie (możliwość zastosowania ich zarówno w tradycyjnych stacjach mycia, jak i w układach w pełni zautomatyzowanych).

Środki jednofazowe łączą w jednym etapie mycia funkcje środków kwasowych i zasadowych oraz dezynfekcji [DiverseyLeverly 1999; Piechowiak, Hreczuch 2003]. W porównaniu z systemem mycia kwasowo-zasadowego oraz tradycyjną dezynfek-

cją zastosowanie stacji mycia w układzie jednofazowym przynosi następujące korzyści:

- wyeliminowanie w stacji mycia jednego zbiornika roztworu myjącego,
- mniejsze zużycie środków chemicznych,
- mniejsze zużycie mediów energetycznych: energii elektrycznej o ok. 25%, energii cieplnej o ok. 40%, wody o ok. 30%,
- mniejsze obciążenie ścieków poprzez redukcję ich objętości od 30 do 50% oraz zasolenia (80-krotne zmniejszenie ładunku chemicznego zrzucanego do środowiska naturalnego),
- skrócenie czasu trwania operacji mycia do 50%,
- zmniejszenie jednostkowego kosztu mycia od 30 do 50%,
- zasadnicze uproszczenie procedur i programów mycia w zakładzie,
- brak pozostałości substancji hamujących, gdyż nie występują w składzie stosowanych preparatów [Piechowiak, Hreczuch 2003]. Mycie jednostopniowe może być efektywnie wykorzystane na etapie odbioru mleka i w obiegach zimnych, tj. przebiegających bez udziału procesów termicznych [DiverseyLevery 1999; Piechowiak, Hreczuch 2003].

### 3. Środki myjące zawierające enzymy

Od wielu lat preparaty enzymatyczne są znane i stosowane w środkach piorących, mimo to w technologii mycia przemysłowego stanowią odrębny kierunek [Piechowiak, Hreczuch 2003].

Rewolucją jest wieloskładnikowy środek myjący zawierający enzymy, substancje powierzchniowo czynne, bufor i składniki kompleksujące [Potthoff i in. 1999]. Preparat ten nie zawiera konwencjonalnych silnie zasadowych i kwasowych składników, ale wykorzystuje połączenie specyficznych właściwości enzymów i substancji powierzchniowo czynnych. Ze względu na te właściwości enzymów są bardziej przyjazne dla środowiska i bezpieczne w użyciu niż tradycyjne środki myjące. Jego roztwór nie drażni skóry i nie jest toksyczny. Stosowany jest w stężeniu co najmniej dziesięciokrotnie mniejszym niż tradycyjne środki – 0,09%. Enzymy zawarte w produkcie nie są zużywane w procesie mycia, a jeden enzym może uruchomić wiele reakcji chemicznych, co eliminuje wady tradycyjnych środków. Mycie z użyciem tych środków odbywa się przy lekko zasadowej wartości pH (8,5–9,5) oraz w obniżonej temperaturze 50–55°C i zawsze kończone jest krótką dezynfekcją [Potthoff i in. 1999].

Funkcje poszczególnych składników:

- enzym proteolityczny ułatwia usuwanie zanieczyszczeń białkowych z powierzchni urządzeń,
- środek powierzchniowo czynny usuwa tłuszcz,
- składniki kompleksujące zapobiegają powstawaniu kamienia mlecznego,
- bufor stabilizuje pH roztworu myjącego na poziomie, w którym enzym osiąga optymalną wydajność, czyli ok. pH 9 [Potthoff i in. 1999].

Korzyści wynikające z zastosowania środków enzymatycznych:

- poprawa efektywności mycia,
- oszczędność energii,
- obniżenie kosztów neutralizacji odpadów,
- mniejsze zużycie wody,
- nie powodują korozji,
- nie niszczą uszczelnień i innych precyzyjnych elementów urządzeń [Potthoff i in. 1999].

Środki enzymatyczne używane są głównie do mycia form bezchustowych z tworzyw sztucznych w liniach serowarskich i twarogowych, do utrzymania czystości membranowych układów filtracyjnych oraz mogą być stosowane do mycia w systemie mycia obiegowego CIP linii i urządzeń po stronie mleka surowego [Piechowiak, Hreczuch 2003; Potthoff i in. 1999].

#### **4. Urządzenia czyszczące suchym lodem**

Precyzyjne i efektywne czyszczenie można uzyskać dzięki zastosowaniu wysokiej klasy urządzeń stosujących suchy lód. Charakteryzują się one wszechstronnością, bezpieczeństwem, ergonomią i mobilnością. Są skuteczne w trudno dostępnych miejscach oraz na delikatnych powierzchniach [Witkowski 2006].

Technologia czyszczenia strumieniem suchego lodu opiera się na oddziaływaniu trzech czynników, którymi są:

- energia kinetyczna cząstek suchego lodu,
- szok termiczny,
- sublimacja zestalonego dwutlenku węgla.

Na efektywność czyszczenia bardzo duży wpływ ma odpowiednio dobrana dysza czyszcząca oraz jakość suchego lodu. Stosowanie bardzo wysokiej jakości granulatu suchego lodu zapewnia odpowiednie warunki do zaistnienia synergii mechanizmów czyszczenia [Witkowski 2006]. W zakładach mleczarskich technologia czyszczenia suchym lodem może być stosowana do czyszczenia:

- etykieciarek,
- urządzeń pakujących,
- taśmociągów i transporterów,
- działów proskowni,
- rynien przewodów elektrycznych i szaf sterowniczych,
- elementów automatyki i mechaniki precyzyjnej [Witkowski 2006].

#### **5. Higiena osobista personelu**

Higiena osobista pracowników ma istotne znaczenie w produkcji wyrobów mleczarskich. Człowiek może przyczynić się do mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza drobnoustrojami, które „nosi” na sobie i w sobie. Może być również źródłem

zanieczyszczeń fizycznych i chemicznych. Zaniedbania w zakresie higieny mogą spowodować obniżenie jakości wytworzonych produktów, a także być przyczyną różnych zakażeń mikrobiologicznych groźnych dla zdrowia konsumentów [Piepiórka, Wojtasik 2007].

Podstawowe czynniki warunkujące higienę personelu to:

- czyste dłonie,
- odzież ochronna,
- dobry stan zdrowia,
- szkolenia z zakresu higieny.

Najważniejszym elementem higieny osobistej jest mycie rąk, które w istotny sposób zapobiega przenoszeniu bakterii, pasożytów oraz wirusów wywołujących zatrucia lub zakażenia pokarmowe [Dzwolak 2007a; Piepiórka, Wojtasik 2007]. Na powierzchni rąk znajduje się trudna do usunięcia mikroflora stała i mikroflora przejściowa pochodząca z otoczenia. Usunięcie tej mikroflory jest znacznie łatwiejsze w wyniku stosowania właściwych środków higienicznych i częstego mycia dłoni odpowiednimi preparatami [Kunicka 2006]. W tym zakresie konieczne jest posiadanie przez zakład odpowiedniej liczby stanowisk do mycia rąk, które powinny być wyposażone w:

- umywalkę z baterią obsługiwaną bez użycia dłoni – na fotokomórkę lub zawór uruchamiany kolanem lub stopą,
- ścienny dozownik mydła płynnego (dozowniki łokciowe lub nadgarstkowe),
- ścienny dozownik środka dezynfekcyjnego (dozowniki łokciowe lub nadgarstkowe),
- zasobnik jednorazowych ręczników papierowych,
- kosz z pokrywą na zużyte ręczniki papierowe [Dzwolak 2007b; Piepiórka, Wojtasik 2007].

## 6. Monitoring higieny

Monitorowanie higieny jest bardzo ważnym etapem w produkcji żywności. Ma ono na celu kontrolowanie wszystkich czynników procesu produkcyjnego, które decydują o jakości zdrowotnej żywności, oraz minimalizowanie potencjalnych zagrożeń. Przetwórcy artykułów żywnościowych poprzez wykonywanie testów i analiz mikrobiologicznych zarówno środowiska pomieszczeń produkcyjnych, jak i powierzchni mających kontakt z produkowaną żywnością mogą określać skuteczność wykonywanych zabiegów mycia i dezynfekcji oraz lokalizować potencjalne źródło zagrożenia, uzyskując faktyczny obraz stanu higieny w swoim zakładzie. W tradycyjnych metodach monitoringu higieny czas potrzebny do uzyskania wyników jest stosunkowo długi, ze względu na wymagany okres wzrostu drobnoustrojów. Metody te pozwalają wykazać ewentualną przyczynę infekcji, ale nie możemy ich wykorzystać do bieżącego sterowania produkcją [Kołożyn-Krajewska (red.) 2007; Jałosińska 2005]. Zatem skuteczność monitoringu higieny jest determinowana stosowaniem

wyłącznie metod dających prawie natychmiastową ocenę stanu higienicznego. Ulepszone metody umożliwiają szybsze wykrywanie zanieczyszczeń mikrobiologicznych, co pozwala na podjęcie natychmiastowych działań korygujących. Ograniczają pracochłonność i materiałochłonność analiz przy jednoczesnym zredukowaniu kosztów. Zatem im krótszy czas analizy, tym metoda jest bardziej przydatna do monitoringu [Kołozyn-Krajewska (red.) 2007; Jałosińska 2005].

## 6.1. Metody weryfikacji stanu higieny

### Metoda pomiaru ATP

Jest nowoczesną metodą służącą do oceny stanu higieny personelu, powierzchni produkcyjnych, jak również skuteczności mycia i dezynfekcji [Kwiatek 2007a]. ATP (adenozyno-5-trifosforan) jest związkem chemicznym pełniącym w żywych komórkach rolę „magazynu” energii. Może być traktowany jako wskaźnik liczby mikroorganizmów oraz pozostałości organicznych w badanej próbce. Pomiar ATP, informując o ilości obecnego materiału biologicznego, wystarcza do podjęcia odpowiednich działań. Zawartość ATP w środowisku zależy od ilości i rodzaju materiału biologicznego znajdującego się na badanej powierzchni lub w określonej masie. Wykorzystując enzymatyczną reakcję polegającą na rozkładzie wiązań chemicznych ATP, której towarzyszy uwolnienie energii w postaci emisji światła, można określić zawartość ATP w badanym materiale. Intensywność wydzielania światła jest proporcjonalna do zawartości ATP w próbce, a tym samym do ilości żywych komórek. Mierzona jest za pomocą luminometru przy długości fali 562 nm, a wynik pomiaru podawany jest we względnych jednostkach świetlnych RLU. Na jego podstawie zostaje podjęta decyzja co do czystości badanego urządzenia czy powierzchni. Aparaty mierzące ilość ATP są proste w obsłudze, a uzyskiwane wyniki są powtarzalne i łatwe do interpretacji [Kwiatek 2007a; Kunicka 2006]. W porównaniu z tradycyjnymi metodami zaletą tej metody jest:

- krótki czas badania (3–5 minut),
- wszechstronne zastosowanie,
- możliwość wykonywania analizy poza laboratorium, np. w warunkach produkcyjnych,
- dostępność odczynników lub gotowych zestawów.

### Metoda ELISA

Stosowana jest głównie do wykrywania drobnoustrojów chorobotwórczych w produktach żywnościowych. Należy do metod immunologicznych, opierających się na specyficznej reakcji zachodzącej między przeciwciałem a antygenem. Metody immunologiczne są proste w wykonaniu i charakteryzują się dużą czułością i szybkością pomiaru jednocześnie dużej liczby próbek. Spośród kilku rodzajów tej metody najbardziej znany jest test kanapkowy ELISA. Polega on na unieruchomieniu antygeny pomiędzy dwiema warstwami, z których jedna jest związana ze stałym nośni-

kiem, a druga oznakowana enzymem. Metoda ta wykorzystywana jest w testach do szybkiego oznaczenia głównie listerii i salmonelli [Jałosińska 2005; Czaczyk, Trojanowska 2006].

### **Próbniki powietrza**

Próbniki te przeznaczone są przede wszystkim do kontroli powietrza przy produkcji wyrobów łatwo psujących się, żywności dla dzieci oraz produktów dietetycznych i napojów. Pomiar oparty jest na technice zderzeniowej, jest bardziej obiektywny niż metoda sedymentacyjna Kocha. Aparat zasysa określoną objętość powietrza, które następnie uderza w powierzchnię pożywki agarowej. Po okresie inkubacji pożywki wyrosłe kolonie drobnoustrojów liczone są w skalibrowanej przez aparat objętości [Kunicka 2006].

### **Indykator barwy**

Szybki test służący do sprawdzania czystości powierzchni przez wykrywanie zanieczyszczeń organicznych w postaci resztek produktów (mierzący NAD(H) i NAD-P(H)). Jest tani i prosty w obsłudze i nie wymaga analizatora. Wynik uzyskuje się w krótkim czasie, bo już w ciągu 3–5 minut, i dzięki temu można niezwłocznie podejmować środki zaradcze. Jakakolwiek zmiana zabarwienia na pasku testowym wskazuje na wynik pozytywny [Godlewska 2007b; Merck 1998].

### **Paski testowe**

Charakteryzują się bardzo prostą obsługą i niewiarygodną mobilnością. Paski testowe można zabrać wszędzie tam, gdzie istnieje potrzeba wykonywania analizy. Doskonale nadają się do badania jakości mycia linii technologicznych. Umożliwiają użytkownikowi szybką ocenę sytuacji i pomagają w podjęciu właściwej decyzji. Analiza polega na zanurzeniu paska w badanym roztworze i – po odczekaniu kilkunastu sekund – porównaniu zabarwienia paska ze skalą barw umieszczoną na opakowaniu [Merck 1998]. Systematyczne stosowanie monitoringu pozwala na podnoszenie standardu higieny w zakładzie. Natychmiastowe sprawdzenie poprawności wykonywanej pracy mobilizuje pracowników i działa dyscyplinująco. Zmienia nawyki higieniczne pracowników zarówno bezpośrednio produkcyjnych, jak i wykonujących zabiegi mycia i dezynfekcji [Kwiatek 2007b].

## **Literatura**

- Andrzejewski R., Szeląg Z., *Nowoczesne technologie mycia i dezynfekcji*, „Przegląd Mleczarski” 2001, nr 10, s. 450–453.
- Czaczyk K., Trojanowska K., *Zastosowanie szybkich metod oznaczania i identyfikacji drobnoustrojów*, „Przemysł Spożywczy” 2006, nr 2, s. 14–21.
- DiverseyLever, *Mycie jednostopniowe*, „Przegląd Mleczarski” 1999, nr 7, s. 206–207.



- Dzwolak W., *Instrukcja mycia rąk*, „Bezpieczeństwo i Higiena Żywności” 2007a, nr 5/46, s. 44.
- Dzwolak W., *Ręka rękę myje*, „Przegląd Gastronomiczny” 2007b, nr 9, s. 3–4.
- Godlewska K., *Projektowanie higienizacji w zakładach przemysłu spożywczego*, „Przemysł Spożywczy” 2007a, nr 2, s. 10–13.
- Godlewska K., *Praktyczne aspekty higienizacji w mleczarniach*, „Przemysł Spożywczy” 2007b, nr 3, s. 36–38.
- Godlewska K., *Nowoczesne rozwiązania mycia i dezynfekcji*, „Przemysł Spożywczy” 2007c, nr 8, s. 68–71.
- Jałosińska M., *Nowoczesne metody mikrobiologiczne w zapewnianiu kontroli higieny produkcji żywności*, „Przemysł Spożywczy” 2005, nr 2, s. 17–21.
- JohnsonDiversey, *Unikalne połączenie skuteczności i ekonomiki procesu mycia powierzchni zewnętrznych w przemyśle mleczarskim*, „Przegląd Mleczarski” 2003, nr 10, s. 380–381.
- JohnsonDiversey, 2008, CloSure – Chemistry.
- Kołożyn-Krajewska D. (red.), *Higiena produkcji żywności*, Wyd. SGGW, Warszawa 2007.
- Kunicka A., *Monitoring higieny w przemyśle spożywczym*, „Przemysł Spożywczy” 2006, nr 3, s. 31–34.
- Kwiatk K., *Ufaj i sprawdzaj ultrafioletem*, „Bezpieczeństwo i Higiena Żywności” 2007a, nr 2/43, s. 34–37.
- Kwiatk K., *Zastosowanie testów Petrifilmy<sup>TM</sup> firmy 3M w badaniach żywności i pasz*, „Przemysł Spożywczy” 2007b, nr 3, s. 34–35.
- Lewicki P., *Mycie maszyn i urządzeń w przemyśle spożywczym*, „Przemysł Spożywczy” 2005, nr 2, s. 24–27.
- MERCK, *Rutynowe narzędzia badań jakości wody, mleka UHT oraz czystości linii produkcyjnych*, „Przegląd Mleczarski” 1998, nr 7, s. 3.
- Michalski M., *Monitoring HACCP I GMP*, „Bezpieczeństwo i Higiena Żywności” 2003, nr 3/8, s. 36–37.
- Piechowiak J., Hreczuch W., *Ewolucja technologiczna mycia w przemyśle mleczarskim*, „Przegląd Mleczarski” 2003, nr 3, s. 93–96.
- Piepiórka J., Wojtasik I., *Bakterie na rękach*, „Bezpieczeństwo i Higiena Żywności” 2007, nr 10/51, s. 36–37.
- Potthoff A., Serve W., Macharis P., *Rewolucja w myciu*, „Przegląd Mleczarski” 1999, nr 9, s. 293–295.
- Rosiak E., *Czysty zakład*, „Bezpieczeństwo i Higiena Żywności” 2006, nr 9/38, s. 36–38.
- Witkowski A., *Technologia czyszczenia suchym lodem Cold Jet*, „Przemysł Spożywczy” 2006, nr 1, s. 21.

## MODERN SOLUTIONS IMPROVING HYGIENE IN DAIRY PLANTS PART 1. CLEANING AND HYGIENE MONITORING

**Summary:** The cleaning methods used in dairy plants are presented. A single-phase cleaning and cleaning with agents containing enzymes were discussed. The dry-ice blasting equipment for cleaning not easily accessible machines and delicate surfaces was presented. A personal hygiene of the staff was also reported. The methods of hygiene monitoring such as: ATP measurement, ELISA method, color indicator, test strips and air testers were described.

**Keywords:** cleaning, dairy, hygiene.