

ANNA TARCZYŃSKA, STEFAN ZIAJKA, JAROSŁAW KOWALIK

## METODY STATYSTYCZNE W SYSTEMIE HACCP W PRZEMYSŁE MLECZARSKIM

### Streszczenie

Wdrażanie systemów zapewniania jakości i bezpieczeństwa żywności wymaga monitorowania wielu parametrów produkcyjnych w celu zagwarantowania bezpieczeństwa wytwarzanego wyrobu. Celem badań było przedstawienie możliwości praktycznego zastosowania metod statystycznych w systemie HACCP. Żaden proces produkcyjny nie zapewnia wykonania wszystkich elementów z pełną dokładnością, co jest powodem występowania zmienności, której przyczyny tkwią zarówno w procesie, jak i w otoczeniu. Metody statystycznego sterowania polegają na stałej obserwacji procesów i wychwytywaniu wszystkich nieprawidłowości w jego przebiegu. Istotą stosowania tych metod jest doprowadzenie do stanu ustabilizowania procesów technologicznych, a następnie osiągnięcie wymaganej zdolności.

**Słowa kluczowe:** SPC, HACCP, metody statystyczne.

### Wprowadzenie

Pozycja przedsiębiorstwa zależy od sposobu jego funkcjonowania, a w szczególności od jakości oferowanych produktów. Poziom jakości produktów i obsługi nabywców determinuje pozycję rynkową i sukces każdego wytwórcy. Dostosowanie polskiego przemysłu spożywczego do gospodarki rynkowej i wymagań Unii Europejskiej oraz Światowej Organizacji Handlu wymaga działań, spośród których do najistotniejszych należą zapewnienie bezpieczeństwa, wymagań higienicznych oraz spełnienie standardów jakościowych. Dyrektywa 93/43/EEC z dnia 14 czerwca 1993 roku w sprawie higieny środków spożywczych nakłada obowiązek stosowania systemu HACCP na wszystkich działających w łańcuchu żywnościowym, w tym na przetwórców żywności. Perspektywa pełnej integracji z Unią Europejską była jednym z czynników, które spowodowały zainteresowanie się polskich przedsiębiorstw systemami zapewniania bezpieczeństwa żywności HACCP oraz systemami zarządzania jakością

zgodnymi z normami ISO serii 9000. Sytuacja ta ma odzwierciedlenie w przepisach krajowych. W ustawie z dnia 11 maja 2001 r. *o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia* (Dz. U. Nr 63, poz.634), w nowelizacji tej ustawy z dnia 24 lipca 2002 r. (Dz. U. Nr 135, poz. 1145), jak również w ustawie z dnia 30 października 2003 r. *o zmianie ustawy o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia oraz niektórych innych ustaw* (Dz. U. Nr 208, poz. 2020) znajduje się zapis o obowiązku wdrożenia systemu HACCP w przedsiębiorstwach branży spożywczej.

Do niedawna działania służb kontroli jakości polegały na wyrwykowym pobieraniu prób z partii wyrobów gotowych. Taki sposób badania nie gwarantuje ani bezpieczeństwa, ani jakości produktów, ponieważ prawdopodobieństwo wykrycia wyrobów niespełniających wymagań, mogących stanowić zagrożenie dla zdrowia konsumenta, wynosi zaledwie kilka procent. Mała skuteczność tradycyjnej kontroli jakości produktu gotowego wynika m.in. z niedoskonałości testów do wykrywania zagrożeń (ograniczona czułość, powtarzalność) oraz niemożliwości ustalenia ich rozmieszczenia w masie wyrobu oraz przypadkowego pojawiania się zagrożeń w partii wyrobu. Ocena poziomu jakości całej partii na podstawie zbadanej próbki, przy ustalonym poziomie ryzyka, jest pomocna w określeniu jakości partii wchodzących i wychodzących z procesu. Jest to jednak kontrola bierna, która zakłada określoną wadliwość produkcji. Ten sposób kontroli dotyczy zdarzeń historycznych, nie daje informacji o przyczynach produkcji braków [1, 5].

W systemach zapewniania bezpieczeństwa żywności takie podejście jest niewystarczające. W systemach tych dużą wagę przypisuje się zapobieganiu powstawania wyrobów niezgodnych z wymaganiami, zastępując dotychczasową strategię wykrywania prewencją. Oznacza to konieczność podjęcia działań związanych z usprawnianiem każdej fazy procesu. Systemowe podejście do zapewniania bezpieczeństwa żywności w swym założeniu zawiera elementy statystycznego sterowania, polegające na stałej (tam, gdzie jest to uzasadnione) obserwacji przebiegu procesu, w celu jak najszybszego wykrycia nieprawidłowości w jego przebiegu, zapobiegając tym samym wyprodukowaniu wyrobu wadliwego.

Stosowanie metod statystycznych nie ogranicza się tylko do kontroli jakości gotowego wyrobu, ale jest ważnym elementem wszystkich etapów pętli jakości: od rozpoznania potrzeb, poprzez przebieg procesu produkcyjnego, po ocenę stopnia ich zaspokojenia. Metody statystyczne służą przede wszystkim potwierdzeniu, że użyte przez zakład środki zapewniają bezpieczeństwo klienta. Umożliwiają monitorowanie, diagnozowanie procesu, ocenę stabilności, a przede wszystkim pozwalają na aktywne sterowanie nim.

Metody statystyczne przedstawiane są zwykle jako zbiór klasycznych procedur statystycznych związanych z testowaniem hipotez, poziomami ufności, lub rozkładami prawdopodobieństwa, co powoduje brak akceptacji ich stosowania wśród pracowni-

ków nadzorujących procesy technologiczne. Tymczasem metody szczególnie przydatne w zapewnianiu bezpieczeństwa i jakości zostały znacznie uproszczone z myślą o poszerzeniu kręgu użytkowników. Zmienność stosowanego surowca i różnorodność produkowanego asortymentu w przemyśle mleczarskim powinna sprzyjać stosowaniu tych metod.

Celem niniejszej pracy było przedstawienie możliwości praktycznego wykorzystania metod statystycznego sterowania procesem technologicznym w przemyśle mleczarskim oraz określenie wpływu statystycznej analizy procesów na możliwość doskonalenia systemu zapewniania bezpieczeństwa żywności.

### Przedmiot i organizacja badań

Przedmiotem badań były procesy wytwórcze wybranych produktów trzech spółdzielni mleczarskich (A, B, C) o różnym poziomie rozwoju systemów zapewniania jakości oraz jednej spółdzielni (D) nieposiadającej żadnego systemu zapewniania jakości (tab. 1).

Tabela 1

Rozwój systemów zapewniania jakości w badanych spółdzielniach mleczarskich.

Progressing with the implementation of Quality Assurance Systems Progress in dairy plants investigated.

Spółdzielnia mleczarska Diary Plant	PN-ISO 9001		PN-ISO 9002		HACCP	
	wdrożony implemented	utrzymany maintained	wdrożony implemented	utrzymany maintained	wdrożony implemented	wdrożony maintained
A	✓	✓			✓	✓
B			✓	✓	✓	
C			✓	✓	✓	✓
D	-	-	-	-	-	-

Badaniami objęto 11 procesów technologicznych w różnych zakładach. Każdy proces badano w minimum pięciu powtórzeniach. Badane procesy wytwarzania obejmowały produkcję wyrobów mleczarskich przedstawionych w tab. 2.

Badania realizowano w 4 głównych etapach (rys. 1):

ETAP 1 – przeanalizowanie systemu HACCP, wdrożonego w danym zakładzie. Obejmowało ono zapoznanie się z treścią Księgi HACCP, procedur systemowych, procedur i instrukcji roboczych, (jeśli takie istniały) oraz innych zapisów.

ETAP 2 – identyfikacja potrzeb stosowania metod statystycznych w badanym zakładzie oraz przygotowanie procedur opisujących sposób zbierania danych i ich analizy. Podczas identyfikacji potrzeb stosowania metod statystycznych brano pod uwagę tylko

te parametry, które są badane w zakładach. Nie ingerowano w częstotliwość i zasadność prowadzonych pomiarów.

ETAP 3 – uczestnictwo w wybranych procesach, dokonywanie pomiarów na poszczególnych etapach procesu produkcyjnego, zgodnie z wcześniej przygotowanymi procedurami i instrukcjami oraz zgodnie z zasadami prowadzenia badań statystycznych.

ETAP 4 – ocena badanych procesów na podstawie sporządzonych wykresów, kart kontrolnych, histogramów, obliczonych wskaźników wydolności jakościowej.

Karty kontrolne, histogramy, analizy zdolności procesów oraz analizy Pareto zostały wykonane w pakiecie STATISTICA 5.5 przy wykorzystaniu modułów Sterowanie jakością – karty kontrolne oraz Analiza procesu.

Tabela 2

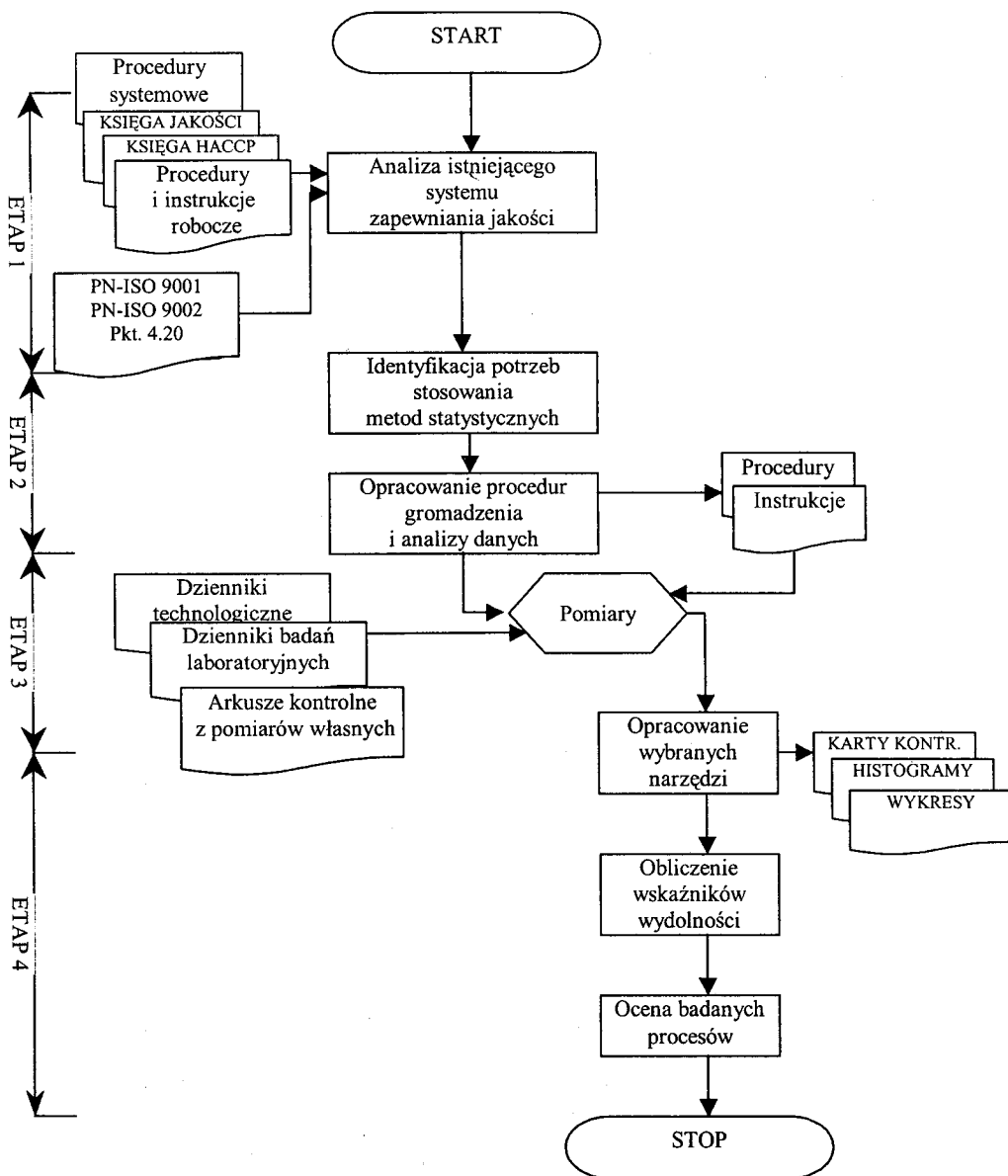
Procesy produkcyjne wybranych wyrobów w poszczególnych spółdzielniach mleczarskich.  
Technological processes of manufacturing selected products by individual dairy plants.

Spółdzielnia mleczarska Dairy Plant	Wyrób/Product						
	Masło Butter	Mleko zagęszczone niesłodzone Condensed, non-sweetened milk	Mleko UHT UHT Milk	Mleko w proszku odłuszczone granulowane Dry granular skim milk	Śmietanka UHT UHT cream	Twaróg Tvorog	Sery topione Melted cheese types
A	✓	✓	✓	✓			
B	✓		✓		✓	✓	
C							✓
D	✓					✓	

## Wyniki i dyskusja

Odpowiedni dobór surowców i prawidłowy przebieg procesu produkcyjnego to główne etapy kształtowania jakości gotowego wyrobu. W czasie wytwarzania żywności z surowców dobrej jakości zmiany zależą od charakteru procesu przetwarzania i utrwalania związanego z działaniem czynników głównie fizycznych – np. temperatura, chemicznych – np. pozostałości środków myjących i biologicznych – procesy fermentacyjne. Ważne jest by mieć środki umożliwiające kontrolę i sterowanie tymi czynnikami [3, 4]. Metodami pomocnymi w produkcji żywności gwarantowanej jakości jest stosowanie zasad GMP/GHP oraz systemu HACCP. Wdrożenie systemu HACCP obli- guje też do stosowania różnorodnych metod obserwacji, dostarczających wiarygodnych informacji na temat procesu technologicznego; są one niezbędne do prowadzenia działań korygujących oraz weryfikacji samego systemu. Metody te powinny być szyb-

kie, tanie i rzetelne, co stanowi warunek ich wykorzystania do bieżącego sterowania produkcją.



Rys. 1. Schemat postępowania przy prowadzeniu badań.

Fig. 1. The Investigation Procedure Pattern.

Żaden proces produkcyjny nie zapewnia wykonania wszystkich elementów z pełną dokładnością, co jest powodem występowania zmienności. Przyczyny zmienności tkwią zarówno w procesie, jak i w jego otoczeniu. Techniki statystyczne mają na celu pomoc przy pomiarach, opisywaniu, analizie i interpretowaniu oraz identyfikowaniu zmienności. Metody statystycznego sterowania procesami polegają na stałej obserwacji procesu produkcyjnego i wychwytywaniu wszystkich nieprawidłowości w jego przebiegu. Stale powiększające się bazy danych dotyczące parametrów procesów pozwalają coraz dokładniej nimi sterować. Pozwalają one także na wykrycie z wyprzedzeniem, np. na zasadzie analizy trendów, możliwości pojawienia się niezgodności w procesie i podjęcie działań korygujących, a przez to zapobiegających powstaniu niezgodności.

Stosowanie metod statystycznej kontroli odbiorczej w ocenie dostaw, jak i wyrobów gotowych jest jak najbardziej uzasadnione i służy weryfikacji skuteczności zastosowanych działań zapobiegawczych wobec zagrożeń wprowadzanych do procesu na etapie odbioru surowców. Jednak zastosowanie tego podejścia w trakcie procesu produkcyjnego nie jest już w stanie zapewnić uzyskania produktu bezpiecznego dla zdrowia konsumenta [2]. Tych wad nie posiadają metody statystyczne opracowane specjalnie do sterowania procesami. Kontrola typu SPC jest ukierunkowana na proces i ma charakter kontroli czynnej. Jej wyniki nie służą do oceny wyrobów w kategoriach zgodności z wymaganiami, lecz do rozpoznania czy na proces działają czynniki zakłócające jego przebieg. SPC pozwala podjąć działania korygujące proces, zapobiegając powstaniu niezgodności.

Kartami kontrolnymi analizowanymi w niniejszej pracy były karty do oceny właściwości liczbowych [6, 7]. Na zaproponowanych kartach kontrolnych do oceny liczbowej występują dwa wykresy liniowe: wykres wartości średniej i wykres rozstępu. Aby w pełni zaprezentować badane procesy do każdej karty kontrolnej dołączono histogramy wartości średnich i rozstępu oraz histogram podsumowujący proces. Przykładową kartę kontrolną wraz z histogramem i obliczonymi wskaźnikami zdolności procesu przedstawiono na rys. 2.

### *Interpretacja karty kontrolnej*

Na karcie tej obserwuje się nadmierny rozstęp pomiędzy kolejnymi pomiarami. Na wykresie średniej dwa pomiary przekraczają UCL, co stanowi 1,66% ogółu próbek. Powodem przekroczenia UCL jest zbyt wysoka temperatura topienia ( $99^{\circ}\text{C}$ ), spowodowana dużym dopływem pary regulowanym przez osobę obsługującą proces. Duży rozstęp świadczy o niewłaściwym sposobie przeprowadzania regulacji, o występowaniu czynników wyznaczalnych w procesie, które go destabilizują. Średnia temperatura topienia sera topionego edamskiego wynosiła  $93,6^{\circ}\text{C}$ , a odchylenie standardowe 1,07. Wskaźnik  $C_p$  wynosi 1,552,  $C_{pk} - 1,133$ . Wartość wskaźnika  $C_p$  wskazuje na to, że proces jest wydolny jakościowo, tzn. zawiera się w granicach specyfikacji z bezpiecz-

nym marginesem na wystąpienie przyczyn losowych. Jednak proces ten jest przesunięty w stronę dolnej granicy specyfikacji ( $C_{pk} < C_p$ ), co wskazuje na obniżenie temperatury topienia w stosunku do wartości nominalnej. Sytuacja taka może spowodować, że pomimo zadowalającej wydolności jakościowej procesu może nastąpić przekroczenie minimalnej dopuszczanej specyfikacją temperatury topienia, co z kolei będzie stanowiło istotne zagrożenie bezpieczeństwa zdrowotnego wyrobu.

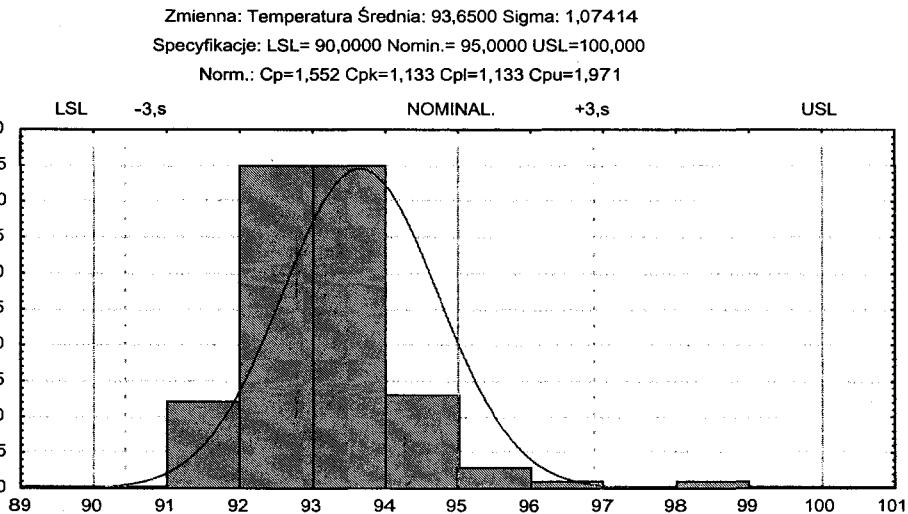
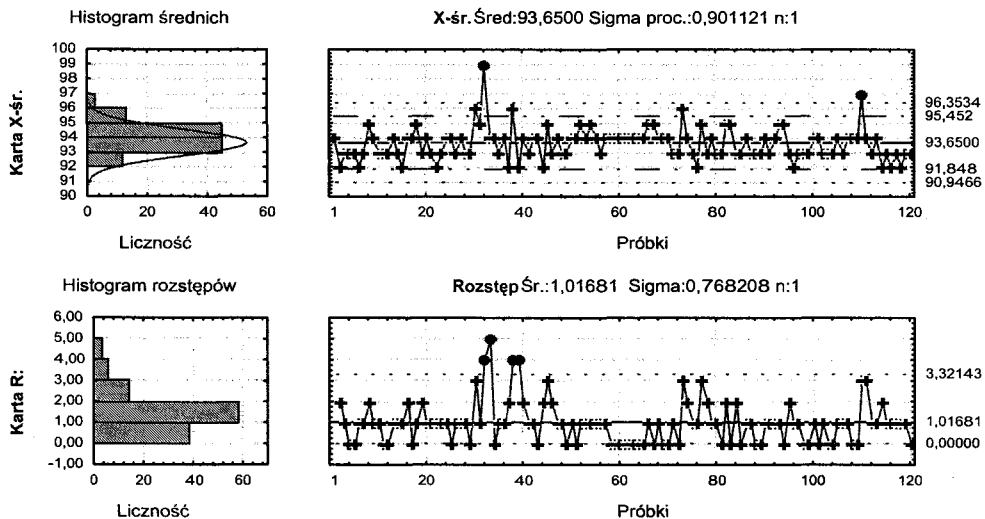
### *Etapy procesów technologicznych, w których uzasadnione jest stosowanie kart kontrolnych*

Surowce i substancje dodatkowe wprowadzane do procesu produkcyjnego mogą stanowić zagrożenie zdrowotne dla konsumenta, dlatego bardzo ważna jest ich ocena. Etap doboru i selekcji surowca stanowi zwykle krytyczny punkt kontrolny. Zastosowanie kart kontrolnych do oznaczania zawartości poszczególnych składników w surowcach i wyrobach gotowych pozwoliło na uzyskanie informacji nie tylko o zmianach między poszczególnymi partiami, ale również o pracy osób wykonujących poszczególne analizy. Czynnikiem będącym przyczyną zaobserwowanej zmienności był nie tylko badany materiał, ale także miejsce i warunki przechowywania surowców i materiałów pomocniczych, sposób prowadzenia procesu produkcyjnego, włączając w to metodykę przeprowadzanych oznaczeń.

Karty kontrolne do monitorowania temperatury pasteryzacji i sterylizacji mleka oraz śmietanki charakteryzują się bardzo wąskimi granicami kontrolnymi. Parametry te zostały poddane kontroli statystycznej, gdyż są one krytycznymi punktami kontrolnymi w badanych procesach. Małe wartości rozstępu między kolejnymi pomiarami powodują znaczne zawężenie granic kontrolnych w porównaniu z wartościami wynikającymi ze specyfikacji. W przypadku automatycznej kontroli i rejestracji danych celowym byłoby zastosowanie kart kontrolnych do nadzoru nad wyposażeniem do kontroli, pomiarów i badań. W sytuacji, gdy granice tolerancji są wąskie należy polegać na wskazaniach przyrządów kontrolno-pomiarowych. Przestrzeganie terminów kalibracji i wzorcowania to jednak nie wszystko. Zastosowanie kart kontrolnych do nadzorowania przyrządów kontrolno-pomiarowych jest walidacją skuteczności prowadzonych działań. Od prawidłowości ich funkcjonowania zależy przebieg procesu, a ewentualne działanie zaworu zwrotnego od wskazań przyrządów pomiarowych.

Monitorowanie kwasowości mleka oraz jego przemian w procesie produkcji twarogów pozwala na rzeczywistą ocenę całego procesu, a przez to pozwoli operatorowi na szybkie działanie w celu korekcji procesu. Zmienne wartości cechy wynikające z przebiegu procesu technologicznego utrudniają stosowanie kart kontrolnych w branży mleczarskiej. Przykładem jest zmienna wartość pH podczas inkubacji mleka w procesie produkcji twarogu. W tym przypadku karty kontrolne Shewharta sygnalizowałyby występowanie trendu.

Operacja: Temperatura topienia Operation: Melting temperature	Częstotliwość pomiaru Frequency of taking measurements	Wydział: Division:	Nr karty Card No.
	1 pomiar / war 1 measurement / value	Topialnia: Melting Plant:	<i>C-1ep1</i>



Rys. 2. Przykład karty kontrolnej typu  $X_{\bar{r}}$ -R.

Fig. 2. Example of a Control Card type  $X_{av}$ -R.



Konieczność prowadzenia procesu inkubacji w warunkach nadzorowanych związana jest z wyróżnikami jakościowymi gotowego wyrobu. Aby uzyskać informacje o poprawności oczekiwanych zmian kwasowości w czasie inkubacji, cały proces podzielono na kilka etapów, w których mierzono pH. Zaproponowany sposób monitorowania procesu inkubacji za pomocą kart kontrolnych pozwala na zgromadzenie informacji dotyczących przebiegu i warunków badanego procesu oraz zapobieganie wadom twarogów powstałym na tym etapie.

Zastosowanie kart kontrolnych do oceny wyrobów gotowych stanowi walidację przeprowadzonego procesu produkcyjnego i jest jednocześnie potwierdzeniem skuteczności działania systemu HACCP. Wyniki pomiarów z prowadzonego procesu gromadzone na karcie kontrolnej są podstawą do sterowania procesem. Podsumowaniem karty kontrolnej jest histogram przedstawiający wyniki pomiarów w określonych klasach. Połączenie analizy kart kontrolnych wraz z histogramami daje pełny obraz zachowania się procesu. Posługiwanie się wskaźnikami zdolności jakościowej procesu jest pożądane w relacjach z klientami. Wartości wskaźników zdolności jakościowej  $C_p$  i  $C_{pk}$  bezpośrednio wskazują na możliwości spełnienia wymagań jakościowych postawionych procesowi [4, 7]. Jeśli okaże się, że w badanym procesie wystąpiły niezgodności wówczas do ich analizy należy wykorzystać analizę Pareto – Lorenza w celu wskazania słabych miejsc w procesie. Diagram Ishikawy może posłużyć do wyznaczenia i analizy przyczyn zaistniałych niezgodności, a wykresy rozrzutu mogą pomóc w znalezieniu zależności pomiędzy określonymi parametrami. W przypadku występowania reklamacji do ich analizy powinna zostać wykorzystana analiza Pareto – Lorenza, FMEA, a w projektowaniu lub doskonaleniu wyrobu analiza QFD (ang. Quality Function Deployment), uwzględniająca głos klienta.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że metody statystyczne mogą być stosowane w następujących sytuacjach:

- 1) **analiza zmienności cech produktu** – zastosowanie znajdują karty kontrolne do oceny liczbowej, za pomocą których monitorowane są poszczególne właściwości wyrobu w trakcie trwania procesu produkcyjnego. Dodatkowe przeprowadzenie analizy wariancji wskazuje na istotność zróżnicowania badanych cech i ewentualną konieczność przeprowadzenia stratyfikacji (rozwarstwienia) danych, np. w zależności od urządzenia, dostawców surowców lub materiałów pomocniczych. Wykresy i histogramy pozwalają na czytelną, graficzną wizualizację zmian poszczególnych cech produktu. Diagramy rozrzutu i analiza regresji przedstawiają zależności, jeśli takie występują, pomiędzy analizowanymi czynnikami. Na właściwe określenie cech produktu ma również wpływ rzetelność metod stosowanych do wykonywania poszczególnych oznaczeń. Mogą być ze sobą porównywane tylko te wyniki badań, które prowadzone były w warunkach powtarzalności i odtwarzalności. Metoda Pareto – Lorenza jest narzędziem, które umożliwia określenie kierun-

ków działań, jakie należy podjąć, by poprawić poziom jakości procesów, jest systematycznym i strukturalnym podejściem do rozróżnienia pomiędzy ważnym, ale nielicznym a mało ważnym, ale licznym. Analiza Pareto – Lorenza, stosowana do określenia przyczyn generujących największą zmienność, powinna doprowadzić do opracowania diagramu Ishikawy w celu określenia przyczyn jej powstawania. Wykres Ishikawy używany jest do graficznego przedstawienia powiązania między czynnikami działającymi na proces a skutkami, które one powodują. Pomaga on oddzielić przyczyny od skutków danej sytuacji, odkrywa nieujawnione do tej pory związki pomiędzy poszczególnymi przyczynami, co pomaga zidentyfikować źródło problemu;

- 2) **analiza skuteczności przeprowadzanych działań korygujących** – dobrymi narzędziami do przeprowadzenia analizy działań korygujących są karty kontrolne do oceny liczbowej, jak i alternatywnej. Jeśli zbierane dane nie są bezpośrednio nanoszone na karty kontrolne należy wykorzystać przygotowane do tego celu arkusze kontrolne. Przedstawienie zebranych danych w postaci histogramu obrazuje proces po zastosowaniu określonych działań korygujących. Porównanie histogramów z okresu przed zastosowaniem działań korygujących i po ich wprowadzeniu informuje o zmianach jakie zaszły w procesie. Na etapie decydowania jakie działania korygujące należy podjąć, przydatna jest macierzowa analiza danych, analiza Pareto – Lorenza, a także metoda FMEA (ang. Failure Mode and Effect Analysis) – Metoda Analizy Przyczyn i Skutków Wad. FMEA stosuje się w celu eliminacji wad wyrobu lub procesu poprzez rozpoznanie przyczyn ich powstawania i zastosowanie skutecznych środków zapobiegawczych oraz uniknięcia wystąpienia wad w nowych wyrobach i procesach przy wykorzystaniu wiedzy i doświadczeń z przeprowadzanych wcześniej analiz. W razie nieskuteczności zastosowanych działań korygujących należy sporządzić diagram Ishikawy;
- 3) **projektowanie i doskonalenie procesu** – zastosowanie znajduje tu analiza FMEA procesu, który ma być poddany doskonaleniu, jak i FMEA projektu, według którego ma być przeprowadzone doskonalenie. Karty kontrolne i wskaźniki wydolności jakościowej dają wytyczne co do kierunku, w jakim powinny zmierzać działania doskonalące proces. Analiza Pareto i diagram Ishikawy służą w tym przypadku do określenia i identyfikacji przyczyn generujących niepożądaną zmienność, które wpływają na proces obecnie, a mogą również wystąpić po modernizacji. Nowe narzędzia doskonalenia jakości (diagram pokrewieństwa, diagram relacji, diagram systematyki, diagram macierzowy, macierzowa analiza danych, diagram strzałkowy, PDPC – wykres programowania procesu decyzji) mogą być wykorzystane w celu określenia powiązań i zależności pomiędzy poszczególnymi charakterystykami opisowymi;

- 4) **projektowanie i doskonalenie wyrobu** należy poprzedzić analizą, której celem jest ustalenie, czy potrzeby i oczekiwania klientów są jednoznacznie rozumiane. Ważne jest przeprowadzenie analizy porównawczej, tzw. benchmarking, która prowadzi do rozpoznania wśród konkurencji. Do projektowania nowego wyrobu lub w celu doskonalenia obecnego znajduje zastosowanie metoda QFD – metoda rozwinięcia funkcji jakości. Metoda ta uwzględnia we wszystkich etapach projektowania maksymalną ilość czynników mogących wpłynąć na jakość przyszłego wyrobu, która umożliwi przełożenie wymagań klienta na język inżynierów. Analiza Pareto wskazuje cechy najbardziej pożądane w wyrobie, ukierunkowując w ten sposób analizę FMEA. W kontroli dostaw najlepszymi wskaźnikami są wskaźniki wydolności jakościowej procesu ( $C_p$  i  $C_{pk}$ ). Karty kontrolne do oceny alternatywnej znajdują zastosowanie w analizie reklamacji. Ich konsekwencją powinno być sporządzenie histogramu lub analizy Pareto - Lorenza w celu określenia najczęstszych powodów reklamacji, a następnie przeanalizowanie ich przyczyn przy wykorzystaniu diagramu Ishikawy. Informacje pochodzące z przeprowadzonych analiz są podstawą do utworzenia listy charakterystyk jakościowych, które powinny być nadzorowane w procesie produkcyjnym.

## Wnioski

1. W przemyśle mleczarskim istnieje konieczność monitorowania wielu procesów. Podstawowym błędem popełnianym przy monitorowaniu poszczególnych parametrów procesów produkcyjnych jest to, że dane są wyłącznie zbierane i nie wykorzystywane w dalszych analizach i procesach decyzyjnych, nie dając rzetelnych informacji o stanie prowadzonego procesu.
2. Aby dane z monitorowania procesów były wykorzystane w racjonalny sposób należy poddać je analizie statystycznej i na tej podstawie wnioskować o zmianach procesu. W celu uzyskania pełnego obrazu analizowanego procesu nie można ograniczać się do stosowania tylko jednego z narzędzi, np. kart kontrolnych. Narzędzia statystyczne wzajemnie się uzupełniają.
3. Oceny efektywności sterowania jakością dokonuje się poprzez analizę dokumentacji. Dokumentacja jest podstawą do nadzorowania oraz podejmowania działań zapobiegawczych i korygujących. Metody statystyczne można i należy tak dobrać i wdrożyć, by nie były traktowane przez pracowników jako dodatkowe obowiązki, a dawały wiele cennych informacji o procesie, np. o jego stabilności, głównych przyczynach niezgodności, skuteczności podjętych działań korygujących czy zadowoleniu klientów.

## Literatura

- [1] Hubbard M.R.: *Statistical Quality Control for the Food Industry*. Ed. Chapman, Hall, New York 1996.
- [2] Hubbard M.R.: *Choosing a quality control system*. Technomic Publishing Company, Lancaster 1999.
- [3] Krodkiewicz – Skoczylas E. (pod red.): *Metody i narzędzia doskonalenia jakości*. Polskie Forum ISO 9000, Warszawa 2000.
- [4] Pyzdek T.: *Pyzdek's Guide to SPC. VoL. II. Applications and Special Topics*. QA Publishing, LLC, Tucson, Arizona 1992.
- [5] Dyrektywa 89/397/EEC z dnia 14 czerwca 1989 r. w sprawie urzędowej kontroli środków spożywczych.
- [6] PN-ISO 3534-2:1994. *Statystyka. Statystyczne sterowanie jakością. Terminologia i symbole*.
- [7] PN-ISO 8258 + AC1:1996. *Karty kontrolne Shewharta*.

## STATISTICAL PROCESS CONTROL IN THE HACCP SYSTEM FOR THE DAIRY INDUSTRY

### S u m m a r y

While implementing systems dealing with food quality and safety assurance, it is necessary to monitor many production parameters in order to guarantee the safety of final products. The aim of the investigations performed was to present some practical possibilities of how to apply statistical methods in the HACCP system. As for any production process, it is impossible to guarantee complete manufacturing accuracy of all elements. Thus, at any stage of the production, variations appear, and they are caused both by the manufacturing process itself and by the environment. The methods of statistical control over the manufacturing involve two basic routines: the production processes are permanently watched and any discrepancies during the production progress are identified. The most essential task of applying such methods is to stabilize the technological processes, and, next, to reach the required production capacity.

**Key words:** SPC, HACCP, statistical methods. ☒