

STUDIA NAD ZASTOSOWANIEM STATYSTYCZNEGO STEROWANIA PROCESEM TECHNOLOGICZNYM W PRZEMYSŁE MLECZARSKIM ZGODNIE Z SYSTEMEM ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Anna Sylwia Tarczyńska

Instytut Rozwoju Mleczarstwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

1 WPROWADZENIE

W gospodarce rynkowej sukces lub porażka przedsiębiorstwa zależą od sposobu jego funkcjonowania, a w szczególności od jakości oferowanych produktów. Poziom jakości produktów i obsługi nabywców determinuje pozycję rynkową i sukces każdego wytwórcy. Perspektywa pełnej integracji z Unią Europejską była jednym z czynników, które spowodowały zainteresowanie się polskich przedsiębiorstw systemami zarządzania jakością zgodnymi z normami ISO serii 9000. Aby umożliwić wolny przepływ towarów i usług między krajami, bez konieczności ciągłego kontrolowania jakości, Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) ustanowiła serię norm ISO 9000, które ustalają jakie wymagania powinna spełniać organizacja, dostarczająca wyroby lub usługi, budzące zaufanie klientów na całym świecie. Najważniejszym atrybutem tych norm jest ich uniwersalność, zwiezłość, przejrzystość oraz międzynarodowe uznanie i rozpowszechnienie, co umożliwia wzajemne porównania i kontrolowanie podjętych działań oraz szeroką współpracę między firmami krajowymi i zagranicznymi. Normy serii ISO 9000 są zbiorem wymagań dla systemu zarządzania jakością, nie są natomiast normą dla jakości wyrobu lub usługi.

Wdrażanie norm ISO serii 9000 wymusza stosowanie różnorodnego instrumentarium statystycznego, dzięki któremu jest możliwe uzyskanie istotnych informacji dotyczących nadzorowanego procesu lub wyrobu. Stosowanie metod statystycznych nie ogranicza się tylko do kontroli jakości gotowego wyrobu, ale

jest także ważnym elementem wszystkich etapów pętli jakości: od rozpoznania potrzeb poprzez przebieg procesu produkcyjnego po ocenę stopnia ich zaspokojenia [17, 18, 19].

Identyfikacja potrzeb stosowania i wdrożenie odpowiednich metod statystycznych są ważnymi elementami we właściwym funkcjonowaniu systemu zarządzania jakością. Metody te można stosować do: analizy rynku, projektowania i rozwoju wyrobu, określania wymagań niezawodnościowych i prognozowania trwałości, sterowania procesem produkcyjnym i badania zdolności procesów, określania poziomów jakości i planów kontroli, analizy danych, oceny działania i analizy wad, nadzoru nad wyposażeniem pomiarowym i badawczym [5].

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.

Zainteresowanie systemowym zarządzaniem jakością wg ISO serii 9000 występujące wśród zakładów mleczarskich stwarza konieczność zwrócenia uwagi na metody statystyczne. W Polsce stosowanie technik statystycznego sterowania procesami produkcyjnymi w branży mleczarskiej należy do rzadkości, nawet wówczas gdy zakład posiada wdrożony system zapewniania jakości [9].

2 CEL PRACY

Przedstawienie metod statystycznych jako zbioru klasycznych procedur statystycznych związanych z testowaniem hipotez, poziomami ufności, lub rozkładami prawdopodobieństwa powoduje brak akceptacji ich stosowania wśród pracowników nadzorujących procesy technologiczne. Tymczasem metody szczególnie przydatne w systemach zarządzania jakością zostały znacznie uproszczone z myślą o poszerzeniu kręgu użytkowników. Ponadto niektóre narzędzia, jak np. karty kontrolne Shewharta, pozwalają na bieżący nadzór nad przebiegiem procesu i podjęcie szybkich działań zapobiegawczych i korygujących w przypadku, gdy zaczynają oddziaływać czynniki destabilizujące proces.

Zmienność stosowanego surowca i różnorodność produkowanego asortymentu w przemyśle mleczarskim powinna sprzyjać stosowaniu tych metod. W związku z powyższym, celem niniejszej pracy było:

- scharakteryzowanie statystycznych technik zarządzania jakością i określenie ich roli w systemie zarządzania jakością,
- przedstawienie możliwości praktycznego wykorzystania metod statystycznego sterowania procesem technologicznym w przemyśle mleczarskim,
- zapropozowanie miejsc i sposobu zastosowania wybranych narzędzi zarządzania jakością w przemyśle mleczarskim,
- określenie wpływu statystycznej analizy procesów na możliwość doskonalenia systemu zarządzania jakością.

3 ORGANIZACJA BADAŃ

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

Badaniami objęto 11 procesów technologicznych w różnych zakładach. Każdy proces badano w minimum pięciu powtórzeniach. Badane procesy wytwarzania obejmowały produkcję następujących wyrobów mleczarskich: masło, mleko zagęszczone niesłodzone, mleko UHT, mleko w proszku odtłuszczone granulowane, śmietanka UHT, twaróg, sery topione.

Tabela 1. Rozwój systemów zapewniania jakości w poszczególnych spółdzielniach mleczarskich.

Spółdzielnia mleczarska ¹⁴	PN-ISO 9001/9002		HACCP	
	wdrożony	utrzymany	wdrożony	utrzymany
A	9001	9001	✓	✓
B	9002	9002	✓	
C	9002	9002	✓	✓
D	-	-	-	-

We wszystkich spółdzielniach mleczarskich badania realizowano w 4 głównych etapach:

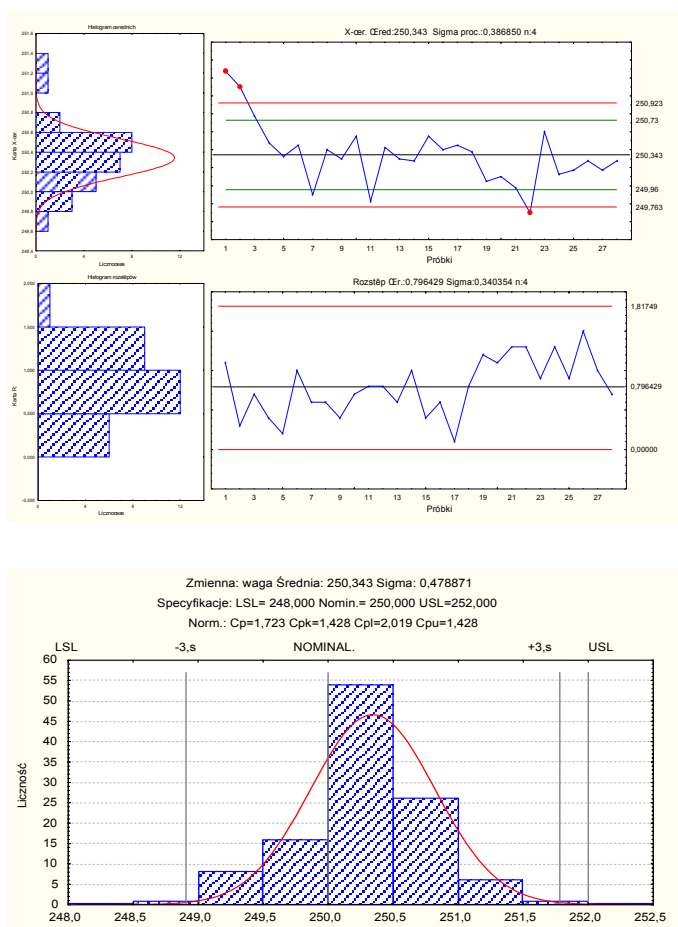
- ETAP 1 – przeanalizowanie systemu zapewniania jakości, wdrożonego w badanym zakładzie. Obejmowało to zapoznanie się z treścią Ksiąg Jakości, Ksiąg HACCP, procedur systemowych, procedur i instrukcji roboczych, (jeśli takie istniały). Zwrócono uwagę na realizację punktu 4.20 *Metody statystyczne* normy ISO 9001:1996 oraz ISO 9002:1996.
- 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. Wykorzystano także dane zawarte w Dziennikach Badań Laboratoryjnych i Dziennikach Technologicznych.
- 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* przy wykorzystaniu modułów *Sterowanie jakością – karty kontrolne* oraz *Analiza procesu*.

¹⁴ Ze względu na brak zgody spółdzielni mleczarskich na opublikowanie ich nazw, zastosowano oznaczenia literowe.

4 OMÓWIENIE I DYSKUSJA

Zgodnie z obowiązującymi wersjami norm ISO serii 9000 należy zidentyfikować potrzebę wprowadzania metod statystycznych na potrzeby kontroli i sprawdzania zdolności jakościowej procesów i charakterystyk wyrobu. Podstawowymi kartami kontrolnymi analizowanymi w niniejszej pracy były karty do oceny właściwości liczbowych, bazujące na danych zebranych z procesów produkcyjnych w badanych zakładach, mające na celu rozpoznanie w zakresie możliwości ich zastosowania w przemyśle mleczarskim. 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, złożony ze wszystkich wartości pomiarowych uzyskanych z monitorowania danego procesu. Przykładowa karta kontrolna wraz z histogramem znajduje się na rysunku 1.



Rys. 1. Karta kontrolna Shewharta $\bar{X} - R$ i histogram.

Zasadniczą rolę w tworzeniu cech jakościowych wyrobów w przetwórstwie żywności odgrywa przedprodukcyjna kontrola jakości, ponieważ na tym etapie jest oceniana przydatność technologiczna surowców i materiałów pomocniczych, co prowadzi do selekcji i przyjęcia lub odrzucenia surowca. O poprawności procesu produkcji, a także przygotowania surowca informują takie parametry, jak: zawartość tłuszczu, wody w mleku oraz kwasowość jako kryterium oceny jakości surowca. Zastosowanie kart kontrolnych do obserwacji tych parametrów wskazuje na występowanie ewentualnych trendów, pozwalających określić poprawność procesu pozyskiwania i przetwarzania surowca oraz wpływu wyposażenia produkcyjnego na dotrzymywanie zadanych parametrów procesu produkcyjnego [7, 13].

W czasie przetwarzania żywności z surowców dobrej jakości zmiany jakości zależą od charakteru procesu przetwarzania i utrwalania związanego z działaniem czynników głównie fizycznych, np.: temperatura, ale także chemicznych – np. pozostałości środków myjących i biologicznych - procesy fermentacyjne. Odpowiedni dobór surowców i prawidłowy przebieg procesu produkcyjnego to główne etapy kształtowania jakości gotowego wyrobu, dlatego ważne jest by posiadać środki umożliwiające ich kontrolę i sterowanie nimi. Oznacza to odejście od oceny jakości produktu gotowego na rzecz zapewniania warunków produkcji żywności o oczekiwanej jakości [7, 13]. Karty kontrolne przedstawione w niniejszej pracy umożliwiają sterowanie procesami zapobiegając powstawaniu niezgodności.

Warunkiem uzyskania produktu o wysokiej jakości jest konieczność kontrolowania całego cyklu produkcyjnego, tzn. od pozyskania surowca, poprzez sterowanie produkcją, po magazynowanie i dystrybucję. Zachowanie się procesu w aspekcie całej produkcji znakomicie ukazują histogramy. Zebranie większej ich liczby pozwala na przewidzenie parametrów jakościowych wyrobu lub zaobserwowanie zmian w działaniu urządzeń (np. przy porównaniu histogramów pochodzących z urządzeń pracujących w tych samych cyklach produkcyjnych, ale na różnych liniach).

Zastosowanie kart kontrolnych do oznaczania zawartości poszczególnych składników w surowcach i wyrobach gotowych daje informacje o zmianach między poszczególnymi partiami.

Oprócz tego dają informację o pracy osób wykonujących poszczególne analizy. Czynnikiem będącym przyczyną obserwowanej zmienności nie jest 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 temperatur 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 dodatkowe zastosowanie kart kontrolnych do nadzoru nad wyposażeniem do kontroli, pomiarów i badań. 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. 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 przy pomocy kart kontrolnych pozwala na zgromadzenie informacji dotyczących przebiegu i warunków badanego procesu oraz zapobieganie wadom twarogów powstałym na tym etapie.

Karty kontrolne przedstawione w niniejszej pracy są obrazem stopnia ustabilizowania badanych procesów. Połączenie analizy kart kontrolnych wraz z histogramami daje pełny obraz

zachowania się procesu. Posługiwanie się wskaźnikami zdolności jakościowej jest pożądane w relacjach z klientami. Wartości wskaźników C_p i C_{pk} bezpośrednio wskazują na możliwości spełnienia wymagań jakościowych postawionych procesowi.

W badanych spółdzielniach mleczarskich zainteresowanie metodami statystycznymi było tym większe, im bardziej zaawansowane były prace nad funkcjonowaniem systemów zapewniania jakości. Zaobserwowano, że wiąże się to z wiedzą posiadaną przez kierownictwo i personel na temat stosowania tych metod i możliwymi korzyściami wynikającymi z ich wdrożenia.

Metody gromadzenia i analizowania danych charakterystycznych dla procesów i wyrobów powinny być dokumentowane w procedurach, włączając w to stosowanie kart kontrolnych, histogramów, diagramów Pareto i innych. Techniki statystyczne mają na celu pomoc przy pomiarach, opisywaniu, analizie i interpretowaniu oraz określaniu zmienności nawet dla relatywnie niewielkiej liczby danych. Wdrożenie technik statystycznych pozwala zrozumieć naturę, określić zakres i odnaleźć przyczyny zmienności. W konsekwencji prowadzi to do rozwiązywania problemów oraz późniejszego im zapobiegania poprzez opis, analizę interpretację i modelowanie [1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12].

Umiejętność graficznego przedstawienia wyników przeprowadzonych analiz statystycznych, sprawia że interpretacja otrzymanych wyników staje się łatwiejsza, a przez to bardziej zrozumiała dla zainteresowanych. Zastosowanie kart kontrolnych - które są graficznym przedstawieniem zmienności badanego procesu, ich interpretacja wspierana przez opracowane testy do oceny uregulowania procesu - daje możliwość prostej i szybkiej analizy czynników oddziałujących na proces, a przez to umożliwia skuteczne podjęcie działań zapobiegających produkcji niezgodnej z określonymi wymaganiami [11].

Nowa wersja norm ISO serii 9000 obowiązuje od 15 grudnia 2000 r. Wszystkie firmy posiadające certyfikat jakości zgodny z wymaganiami wcześniejszych wersji mają obowiązek dostosowania systemu do znowelizowanej normy do 15 grudnia 2003 r. Zgodnie z podejściem procesowym wskazanym przez normy ISO 9000:2000, wymaga się ustanowienia procesu do identyfikacji i analizy danych pochodzących z różnych pomiarów w celu oceny planów, celów i funkcjonowania oraz do identyfikacji

obszarów wymagających doskonalenia. Wyniki tych analiz powinny stanowić podstawę do podejmowania decyzji. Stosowane metody statystyczne powinny odnosić się zarówno do procesów operacyjnych, jak i do systemu zarządzania [8].

Brak kontroli nad procesem i możliwości przewidywania zachowania się procesu w określonych warunkach wprowadza element przypadkowości do jego przebiegu, co prowadzi do produkowania wyrobów o różnych cechach jakościowych, a zatem braku powtarzalności między poszczególnymi partiami.

Prowadzenie bieżącej kontroli procesu za pomocą kart kontrolnych umożliwia podjęcie działań zapobiegających wadliwej produkcji, poprzez skorygowanie parametrów procesu. Ponadto pozwala operatorowi na stwierdzenie stanu faktycznego dotyczącego kondycji danej maszyny, dzięki czemu można wnioskować o nastąpieniu ewentualnych usterek jeszcze w toku produkcji, a nie w trakcie oceny gotowego wyrobu, jak ma to miejsce w klasycznych metodach kontroli wyrobu.

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 proces, a przez to zapobiegających powstaniu niezgodności.

W przemyśle mleczarskim istnieje konieczność monitorowania wielu procesów. Podstawowym błędem jest to, że dane są wyłącznie zbierane i nie wykorzystywane w dalszych analizach i procesach decyzyjnych. Ładunek informacji zawartych w dokumentacji to tylko kolumny cyfr, będące wynikami przeprowadzonych badań. Dane te nie są poddawane analizie, przez co niewiele mówią o procesie. Sporządzenie choćby wykresu radarowego, liniowego lub histogramu daje już wstępny obraz procesu, który jest znacznie łatwiejszy w odbiorze niż kolumny cyfr i powinien stanowić integralną część prowadzonej dokumentacji. Aby dane z monitorowania procesów były wykorzystane w racjonalny sposób należy poddać je analizie statystycznej i na tej podstawie wnioskować [3, 10]. W celu uzyskania pełnego obrazu analizowanego procesu nie można ograniczać się do stosowania tylko jednego z narzędzi, np. kart kontrolnych. Narzędzia te

wzajemnie się uzupełniają. Wyniki pomiarów z prowadzonego procesu zbierane na karcie kontrolnej są podstawą do sterowania procesem. Podsumowaniem karty kontrolnej jest histogram przedstawiający wyniki pomiarów w określonych klasach. 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, uwzględniająca głos klienta.

Metody statystyczne powinny stanowić integralną część każdego systemu zapewniania i zarządzania jakością. Powinny być wbudowane w zarządzanie organizacją i mieć odzwierciedlenie w polityce jakości firmy. W odniesieniu do cyklu Deminga metody statystyczne mieszczą się w fazie sprawdzania, służąc do oceny stosowanych metod postępowania oraz wskazywania optymalnych sposobów ich doskonalenia. Metody statystyczne można tak dobrać i wdrożyć, by nie były traktowane jako dodatkowe obowiązki przez pracowników, a dawały wiele cennych informacji o prowadzonym procesie, np. o stabilności procesu, głównych przyczynach niezgodności, skuteczności podjętych działań korygujących, czy zadowoleniu klientów.

Podstawowymi zaletami stosowania metod statystycznych są:

- minimalizacja stosowania tradycyjnych i drogiej metod zapewniania jakości opartych na inspekcji,
- dostarczenie czytelnych i obiektywnych informacji o przebiegu badanych procesów,
- umożliwienie monitorowania zachowania się realizowanych procesów,
- umożliwienie wczesnego wykrycia problemów jakościowych, prowadzące do redukcji poziomu wyrobów niezgodnych,
- umożliwienie projektowania procesów i wyrobów w oparciu rzeczywiste przesłanki – wyniki badań,
- umożliwienie liczbowego określenia potencjalnej i rzeczywistej wydolności procesów, co prowadzi do lepszego doboru tolerancji wymiarowych, konstrukcji i metod produkcji,

- umożliwienie nadania priorytetów problemom jakościowym związanym z procesami,
- udokumentowanie utrzymania określonego poziomu jakości.

Każda firma, reagując na zmiany koniunktury gospodarczej, podlega stałym przeobrażeniom, a wraz z nią wdrożony system zapewniania i zarządzania jakością, dlatego jest potrzebny rzetelny system auditów wewnętrznych, konieczny do wychwycenia naturalnych skłonności do „chodzenia na skrót”, bez wcześniejszego rozpoznania skutków takiego działania. W przypadku, gdy nie stosuje się metod statystycznych w przedsiębiorstwie, w czasie auditu certyfikacyjnego zachodzi potrzeba uzasadniania auditorom braku możliwości lub niecelowości stosowania sterowania jakością w oparciu o narzędzia i techniki statystyczne [9, 10].

5 WNIOSKI

- ◆ Metody statystyczne można z powodzeniem stosować w branży mleczarskiej w celu sterowania procesami produkcyjnymi. Powinny one być wbudowane w system zapewniania i zarządzania jakością.
- ◆ Zaproponowane zastosowanie kart kontrolnych jest próbą implementacji metod statystycznego sterowania procesami produkcyjnymi w przemyśle mleczarskim. Brak szkoleń z zakresu stosowania metod SPC sprawia, że nie są powszechnie akceptowane przez pracowników bezpośrednio związanych z procesem produkcyjnym.
- ◆ Metody statystyczne powinny stanowić integralną część każdego systemu zapewniania i zarządzania jakością. Metody statystyczne można tak dobrać i wdrożyć, by nie były traktowane jako dodatkowe obowiązki przez pracowników, a dawały wiele cennych informacji o prowadzonym procesie, np. o stabilności procesu, głównych przyczynach niezgodności, skuteczności podjętych działań korygujących, czy zadowoleniu klientów.
- ◆ Łączne stosowanie narzędzi zarządzania jakością umożliwia stworzenie skutecznego systemu analizy danych, niezbędnego do sterowania i doskonalenia jakości. Zaproponowane narzędzia zarządzania jakością: karty kontrolne, histogramy, diagramy Ishikawy oraz analizy Pareto są środkiem

umożliwiającym sterowanie procesami, a przez to pomagają kreować jakość w całym procesie wytwarzania wyrobu oraz w pracach nad doskonaleniem systemu zarządzania jakością.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Aczel Amir D. 2000. *Statystyka w zarządzaniu*. Warszawa: PWN.
- 2) Czyżewski B. 1995. *Metody statystyczne w sterowaniu jakością procesów technologicznych*, Poznań: Poznański Klub Jakości.
- 3) Greber T. 2000. *Statystyczne sterowanie procesami – doskonalenie jakości z pakietem STATISTICA*. Kraków: StatSoft Polska.
- 4) Hamrol A., Mantura W. 1998. *Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka*. Warszawa – Poznań: PWN.
- 5) Hubbard M.R. 1999. *Choosing a quality control system*. Lancaster: Technomic Publishing Company.
- 6) Iwasiewicz A. 1999. *Zarządzanie jakością*. Warszawa – Kraków: PWN.
- 7) Kołożyn–Krajewska D. (pod red.). 2001. *Higiena produkcji żywności*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- 8) Krodkiewicz – Skoczylas E. (pod red.). 2000. *Metody i narzędzia doskonalenia jakości*. Warszawa: Polskie Forum ISO 9000.
- 9) Maleszka A. 1997. *Narzędzia sterowania jakością w polskiej gospodarce wolnorynkowej*. Poznań: Zesz. Nauk. AE.
- 10) Mokrosińska K. 2000. *Metody doskonalenia jakości a zarządzanie przez jakość – spojrzenie audytora*. Kraków: StatSoft Polska.
- 11) Myszewski J.M. 1998. *Zarządzanie zmiennością – systemowe spojrzenie na metody statystyczne w zarządzaniu jakością*. Warszawa: IOZP „ORGMASZ”.
- 12) Pyzdek T. 1992. *Pyzdek's Guide to SPC: Volume Two, Applications and Special Topics*. Tucson Arizona: QA Publishing, LLC.
- 13) Ziajka S. (pod red.). 1997. *Mleczarstwo, zagadnienia wybrane*. Olsztyn: Wydawnictwo ART.
- 14) PN-ISO 3534-2:1994 *Statystyka. Statystyczne sterowanie jakością. Terminologia i symbole*. PKN.
- 15) PN-ISO 8258 + AC1:1996 *Karty kontrolne Shewharta*. PKN.
- 16) PN-ISO 8402:1996 *Zarządzanie jakością i zapewnienie jakości. Terminologia*. PKN.
- 17) PN-ISO 9001:1996 *Systemy jakości. Model zapewniania jakości w projektowaniu, pracach rozwojowych, produkcji, instalowaniu i serwisie*. PKN.
- 18) PN-ISO 9001:2001 *Systemy zarządzania jakością. Wymagania*. PKN.
- 19) PN-ISO 9004-4:1996 *Zarządzanie jakością i elementy systemu jakości. Wytyczne doskonalenia jakości*. PKN.