

Dr inż. Małgorzata KOWALSKA
Katedra Chemii
Dr inż. Magdalena PAŹDZIOR
Katedra Wzornictwa, Technologii Obuwia i Odzieży
Wydział Materiałoznawstwa Technologii i Wzornictwa
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

ZASTOSOWANIE DIAGRAMU ISHIKAWY JAKO NARZĘDZIA DOSKONALENIA JAKOŚCI PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH®

Application of Ishikawa diagram as quality improvement tool of food products®

W artykule zaprezentowano możliwość zastosowania diagramu przyczynowo skutkowego Ishikawy do rozwiązywania problemów doskonalenia jakości podczas wytwarzania wyrobów spożywczych na przykładzie produkcji suszu jabłkowego. Zdefiniowano kategorie przyczyn oraz przyczyny główne i podprzyczyny dla konkretnego skutku, rozumianego jako wada wyrobu.

Wskazano na fakt, że doskonalenie jakości suszu w procesie jego produkcji powinno skupić się na usuwaniu czynników, które składają się na zidentyfikowane główne kategorie ich przyczyn.

In this work the possibility of use of causality Ishikawa diagram to solve problems of quality improvement during manufacturing of food products on the example of the production of dried apple was presented. The categories of causes and main reasons for the specific effect, recognized as a defect of the product were shown.

It was pointed that the improvement of the quality of dried apple production during its management should be focused on eliminating factors that make up the main categories identified their causes.

WPROWADZENIE

Skuteczne działania doskonalące w obszarze poprawy jakości produktów spożywczych możliwe są m.in. dzięki efektywnemu identyfikowaniu oraz rozwiązywaniu problemów w toku produkcji. Definiowanie problemów jest wstępnym etapem procesu ich rozwiązywania i zależy od celów, do których dąży decydent oraz wymaga na ogół zastosowania technik twórczego myślenia oznaczających rozbieżność i zmianę dotychczasowej struktury wiedzy dotyczącej danego zjawiska [9]. Na ogół problem z zakresu utrzymania pożądanego poziomu jakości produktów spożywczych można zdefiniować jako sytuację nawarstwienia się wielu zdarzeń, nie zawsze o jednoznacznym charakterze.

Do rozwiązania zidentyfikowanego problemu konieczne jest myślenie produktywnie. W tym celu skuteczne okazuje się zastosowanie technik analitycznych, które pozwalają na rozłożenie danego problemu (skutku) na elementy składowe oraz uporządkowanie posiadanych informacji (lub pozyskania nowych) uwzględniając jego charakter, stopień złożoności, horyzont czasowy występowania, miejsce powstania w strukturze organizacji [11].

Definiowanie problemów zaburzających zaplanowaną jakość finalną produktów spożywczych jest podstawą zrozumienia wszystkich warunków generujących powstawanie problemu oraz sformułowania hipotezy odnoszącej się do przyczyn jego powstawania. W procesie rozwiązywania problemów, kadra kierownicza przedsiębiorstwa może wykorzystać szereg technik – narzędzi doskonalenia jakości [12].

Wykrywanie oraz usuwanie problemów jakościowych w toku produkcji, to główny aspekt kontroli jakości procesu produkcyjnego prowadzony w celu dostarczenia konsumentom wyrobów o preferowanych właściwościach [2]. Przy rozwiązywaniu problemów praktycznie jedynym właściwym podejściem jest myślenie systemowe ukierunkowane na podejmowanie decyzji w oparciu o fakty i dane charakteryzujące się naukowym i logicznym podejściem.

W niniejszym artykule zaproponowano zastosowanie jednego z narzędzi myślenia systemowego – diagramu Ishikawy w procesie doskonalenia jakości produktu spożywczego, tj. suszu owocowego z jabłek. Susz jabłkowy to cenny składnik tzw. żywności wygodnej, wytwarzanej w formie produktu gotowego jako chipsy owocowe oraz jako dodatek do innych produktów spożywczych, np.: jogurtów, płatków śniadaniowych, pieczywa czy batoników czekoladowych. Suszone jabłka cieszą się obecnie wzrastającą popularnością na rynku przetworów owocowych [6].

Celem artykułu jest identyfikacja przyczyn (ujawniającego się okazjonalnie zjawiska) zapiekania suszu z jabłek u jednego z polskich producentów tego produktu, z wykorzystaniem systemowego narzędzia zarządzania jakością – diagramu przyczynowo-skutkowego Ishikawy.

MATERIAŁ I METODY

Proces suszenia jest tradycyjną techniką przetwórstwa żywności [13]. Jakość suszonych produktów w zasadniczym stopniu zależy od warunków i parametrów procesu.

Zastosowanie optymalnych parametrów suszenia: sposobu dostarczenia ciepła, poziomu temperatury procesu, szybkości przepływu powietrza suszącego istotnie decyduje o zmianach strukturalnych otrzymanego produktu, tj. o jego barwie, aromacie i zawartości składników odżywczych. W procesie suszenia zachowane zostają wszelkie cenne dla zdrowia wartości, tj.: witaminy i minerały.

Na jakość produktu finalnego mają wpływ wszystkie procesy, operacje, czynności jakim poddawane są owoce w toku produkcji suszu. Dla konsumentów oprócz walorów smakowych równie istotne jest wrażenie wizualne, barwa i forma. Na kształtowanie się barwy przetworzonych produktów roślinnych mają wpływ występujące w nich związki polifenolowe [8].

Surowce owocowe przeznaczone do produkcji suszu podlegają operacjom wstępnym związanym z mechanicznym czyszczeniem i myciem owoców, sortowaniem ich według wielkości, obieraniem (tylko dla produktów bez skórki), wydrążaniem oraz krojeniem (stosowane zależnie od gatunku owocu i wymagań klientów). Przechowywanie obranych i pokrojonych jabłek w roztworze siarczynu sodu o stężeniu 1-3% lub rozworach SO_2 o stężeniu około 1% zapobiega ich brunatnieniu enzymatycznemu. W trakcie suszenia tylko nieznaczna ilość SO_2 ulega reakcji ze składnikami owoców, większość ulega ulotnieniu lub utlenieniu. Następnie jabłka przechodzą przez tunel suszarniczy, są sitowane i ewentualnie dodatkowo cięte na kaskę, mielone na pył lub płatkowane.

Aby zmniejszyć zapotrzebowanie na energię i obniżyć koszty produkcji wstępnej metody utrwalania owoców można zastosować odwadnianie osmotyczne. Otrzymywany produkt w efekcie tego procesu nie jest jednak stabilny, nie może być długo przechowywany i aby zapewnić pełne bezpieczeństwo produktu, tę technologię należy łączyć z suszeniem [10].

Podczas procesu suszenia, na jabłka działa wiele czynników, które wymagają bieżącej kontroli. Do parametrów, na które należy zwrócić szczególną uwagę należą temperatura suszenia, wilgotność suszenia, szybkość i kierunek przepływu powietrza oraz sposób dostarczenia ciepła.

W ostatnich latach obserwuje się tendencję do łączenia metody suszenia konwekcyjnego i mikrofalowego. Tkanka jabłka w czasie suszenia konwekcyjno – mikrofalowego jaśnieje w porównaniu do tkanki nie suszonej. Wraz ze wzrostem temperatury powietrza i mocy mikrofal jasność tkanki obniża się, o czym świadczy zmiana potencjału brązowienia. Susz otrzymany przy niższej mocy mikrofal wykazuje większe zmiany barwy w porównaniu z jabłkiem surowym [8].

Proces produkcji suszu, kończą operacje wstępnego sortowania oraz sortowania właściwego połączone np. z kontrolą jakości przy zastosowaniu detektora metali, a następnie konfekcjonowaniem w opakowania zależnie od wymagań odbiorców.

Jakość owoców przetworzonych w postaci suszu charakteryzują takie parametry jak: skład chemiczny, struktura, aktywność biologiczna, zawartość substancji odżywczych i witamin oraz wyróżniki sensoryczne: tekstura, barwa, zapach, wygląd trwałość i możliwość odtworzenia. Zachodzące podczas suszenia niepożądane zmiany można ograniczać poprzez optymalny dobór parametrów procesu oraz prawidłowe

wstępne przygotowanie surowca. Stosowanie odpowiednio dobranego sposobu obróbki zwiększa efektywność procesu oraz prowadzi do uzyskania założonego poziomu jakościowego produktu [1, 4].

Wymagania jakościowe dla suszonych owoców wyszczególnione są w normie PN-A-77608:1997. Produkty owocowe. Jabłka, gruszki, wiśnie suszone [7]. Dla każdej z trzech klas jakościowych produktów określono wymagania organoleptyczne, fizyczne, chemiczne i mikrobiologiczne. A. Lempka [5] podaje jako istotne poniższe wskaźniki jakościowe:

- dla jabłek obieranych wymagana barwa jasnokremowa lub kremowa, bez plam,
- dla jabłek nieobieranych w zależności od odmiany skórka barwy zielonej lub zielonoszarej, miąższ kremowy,
- konsystencja owoców elastyczna niełamiwa, miąższ nie zlepiający się przy ucisku, zapach i smak właściwy dla gatunku owoców suszonych, bez zapachów obcych,
- wilgotność dla suszu z jabłek i gruszek 17%.

Na stronach internetowych producentów suszu są na ogół również wyspecyfikowane parametry z zakresu charakterystyki fizykochemicznej tego produktu. Wymieniane kryteria jakościowe są zróżnicowane pod względem poziomów ilościowych dla poszczególnych parametrów, co wydaje się oczywistym w aspekcie statusu dobrowolnego stosowania normy [7]. Istotne jest jednak, ażeby producent suszu tak zaprojektował swój produkt, aby spełniał on oczekiwania konsumentów i nie szkodził ich zdrowiu.

Istotą przeprowadzonych badań było zidentyfikowanie czynników obniżających jakość produktu gotowego (suszu jabłkowego) jednego z polskich producentów. Firma zapewnia wysoką jakość produkcji poprzez ciągłe szkolenie pracowników oraz przestrzeganie przepisów systemu BRC, HACCP i GMP.

Skład surowcowy materiału badawczego stanowiły wysuszone jabłka i dwutlenek siarki (max 300 ppm). Wstępną ocenę procesu suszenia przeprowadzono organoleptycznie. Susz nie powinien wykazywać oznak łamliwości, a przy przesypywaniu powinien wydawać charakterystyczny szelest.

Jakość procesu produkcji suszu jabłkowego jest zależna od wielu aspektów wynikających z jakości surowca oraz doboru parametrów przetwórczych i zastosowanej technologii suszenia (konwekcyjna, mikrofalowo-konwekcyjna lub promiennikowo-konwekcyjna). Do analizy związków przyczynowo skutkowych stosowano diagram Ishikawy, który mimo że należy do tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością, jest szczególnie pomocny w badaniu ewentualnych problemów w różnych przekrojach i o różnym stopniu szczegółowości (rys. 1.). Diagram ten ze względu na swoją budowę i kształt jest nazywany schematem jodełkowym lub schematem rybiej ości.

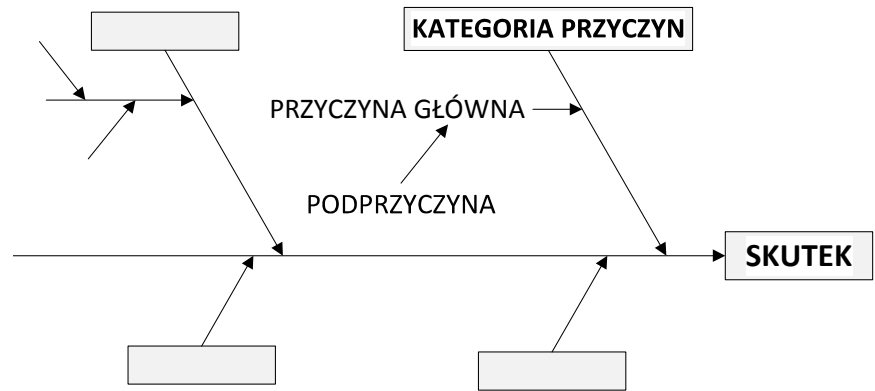
Przy opracowywaniu diagramu zastosowano tzw. podejście 5M, według którego najważniejsze grupy czynników są związane z: człowiekiem (ang. Man), maszyną (ang. Machine), metodą (ang. Method), materiałem (ang. Material) oraz środowiskiem i zarządzaniem (ang. Management). Bywa, że ten zestaw uzupełniany jest przez dodatkową kategorię

przyczyn głównych, tj. szóstą (6M) – pomiar (ang. Measurement) [3].

METODYKA BADAŃ

W trakcie wytwarzania suszu możliwe jest wystąpienie szeregu czynników zakłócających jakość tego procesu, a w konsekwencji ujawnienie się problemu – zjawiska, które ma wpływ na obniżenie jakości finalnej produktu. Na podstawie analizy najczęściej pojawiających się problemów występujących w procesie produkcji suszu jabłkowego u jednego z jego polskich producentów zidentyfikowano i uszeregowano czynniki wpływające na pojawiające się zjawisko zaskorupienia produktu, które znacząco obniża zaplanowaną jakość produktu.

Opracowanie diagramu Ishikawy realizowano w kolejnych etapach związanych z określeniem przyczyn głównych (ogólnych), a następnie ich uszczegółowienie poprzez określenie czynników drugorzędnych (przyczyn szczegółowych) oraz wytypowanie czynnika krytycznego, najsilniej oddziałującego na wynik obniżający jakość rozpatrywanego procesu. Przy wypełnianiu diagramu wykorzystano schemat „burzy mózgów”. W kilkuosobowej grupie, którą stanowili Pełnomocnik ds. Jakości, technolog, operator tunelu suszarniczego oraz przedstawiciel strategicznego odbiorcy suszu, losowo zgłaszano kolejne pomysły powodów występowania zjawiska zapiekania suszu. Spośród mnogości zapisów wyodrębniono te, które mają istotnie coś wspólnego z rozwiązywanym problemem. Budowę dia-



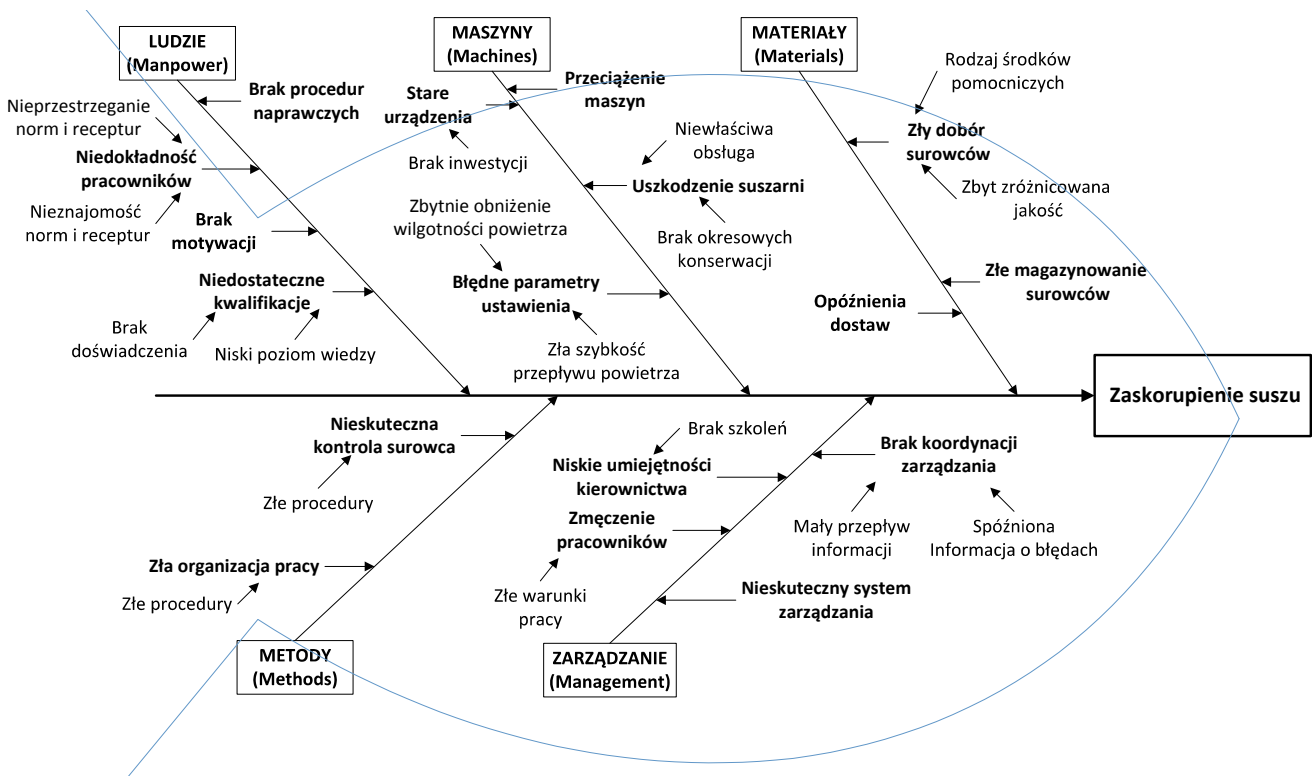
Rys. 1. Schemat diagramu Ishikawy.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [13]

Fig. 1. Ishikawa diagram.

Source: Own study based on [13]

gramu rozpoczęto od jasnego zdefiniowania aktualnego problemu dotyczącego jakości suszu, który stanowi na rys. 1. „głowę ryby”. Następnie określono istotne grupy czynników przyczyniających się do powstawania rozważanej wady produkcyjnej i zapisano je na osiach dochodzących do osi głównej diagramu. Kolejnym etapem było określenie czynników drugorzędnych, które stanowią rozwinięcie zidentyfikowanych grup czynników głównych. W zasadzie nie ma ograniczeń co do ich liczby. Jednak ze względu na przejrzystość diagramu wytypowano tylko te najistotniejsze, a dodatkowo wskazano czynniki trzeciorzędowe – podprzyczyny. Na rys. 2. zaprezentowano sporządzony diagram.



Rys. 2. Diagram przyczynowo skutkowy dla wady jakościowej suszu jabłkowego.

Źródło: Badania własne

Fig. 2. Cause and effect diagram for qualitative defect of dried apples.

Source: Own study

OMÓWIENIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

Wypełnienie diagramu Ishikawy doprowadziło do uszeregowania czynników wpływających na zjawisko zaskorupienia i zapiekania suszu jabłkowego, które okazjonalnie występowało w zakładzie. Wytypowane przyczyny główne i podprzyczyny wskazują kierunki pojęcia działań doskonalących jakość produkcji oraz ułatwiają rozwiązanie problemu począwszy od jego pojawienia się poprzez przyczyny.

Zaprezentowany diagram można analizować dwukierunkowo:

- od osi głównej (poziomej) w kierunku „ości” – uzyskując odpowiedzi na pytanie: dlaczego ujawnia się w toku produkcji omawiana wada produkcyjna suszu?,
- od poszczególnych podprzyczyn i przyczyn w kierunku osi głównej („grzbietu ryby”) – uzyskując odpowiedź na pytanie: jaki to przynosi skutek?

Kluczowymi parametrami właściwego procesu suszenia są temperatura suszenia, wilgotność suszenia, oraz szybkość przepływu powietrza. Oczywiście nie bez znaczenia jest wzajemny dobór tych parametrów w aspekcie zaprezentowanych kategorii głównych diagramu 5M. W efekcie wzajemnej analizy zidentyfikowanych przyczyn rozważanego skutku stwierdzono, że **obniżenie wilgotności powietrza przy jednoczesnym wzroście jego szybkości przepływu powoduje zapiekanie i zaskorupienie produktu**. Konsekwencją tych ustaleń była powtórna analiza doboru optymalnych parametrów suszenia oraz przeprowadzenie dodatkowego przeglądu technicznego ze szczególnym uwzględnieniem kontroli pracy elementów grzewczych (nagrzewnic) i recyrkulacji powietrza.

W wyniku analizy przyczynowo-skutkowej występującego losowo podczas produkcji błędu produkcyjnego oprócz wykrycia jego przyczyn bezpośrednich ujawniono również przyczyny pośrednie związane z błędami w zarządzaniu zakładem (Management). **Za szczególnie istotne uchybienie uznano błędy w przepływie informacji pomiędzy poszczególnymi komórkami organizacyjnymi, brak informacji zwrotnej oraz co najistotniejsze opóźnienia w dostarczeniu informacji o pojawiającym się problemie**. Postanowiono wprowadzić zmiany usprawniające w obszarze metod zarządzania (Methods) zwiększając częstotliwość okresowych przeglądów maszyn oraz wprowadzając konieczność przekazywania informacji o ewentualnych niezgodnościach w toku produkcji przez operatora tunelu (oprócz, jak dotychczas do bezpośredniego przełożonego) dodatkowo do Pełnomocnika ds. Jakości.

WNIOSKI

Na podstawie przedstawionej w pracy analizy stwierdzono, że doskonalenie jakości produktów spożywczych jest odzwierciedleniem dążeń producentów do dostarczenia konsumentom wyrobów zdrowych, bezpiecznych oraz spełniających ich preferencje. Potwierdzono, że producenci mają do dyspozycji szereg narzędzi zarządzania jakością.

Diagram Ishikawy pozwala na systemowe ujęcie i uszeregowanie czynników powodujących określony skutek. Opracowanie diagramu oraz przeprowadzona analiza ujawniającego

się błędu produkcyjnego obniżającego jakość suszu jabłkowego pozwoliła na identyfikację jego bezpośrednich przyczyn oraz wskazała w organizacji miejsca doskonalenia. Ponadto potwierdziła zasadność stosowania tego rodzaju narzędzi w doskonaleniu jakości produktów spożywczych.

LITERATURA

- [1] **BAKIER S. 2002.** *Ocena wpływu obróbki wstępnej na efektywność suszenia jabłek*. Inżynieria Rolnicza, 9, 9-15.
- [2] **CHEN C.C., ZHANG Q. 2014.** *Applying quality function deployment techniques in lead production project selection and assignment*. Advanced Materials Research, 945, 2954-2959.
- [3] **HAMROL M., MANTURA W. 2008.** *Zarządzanie jakością z przykładami*. Warszawa, PWN.
- [4] **JANOWICZ M. 2002.** *Znaczenie wybranych operacji wstępnych w utrwalaniu żywności za pomocą suszenia*. Przemysł Spożywczy, 10 (56), 6-11.
- [5] **LEMPKA A. 1986.** *Towaroznawstwo produktów spożywczych*. Warszawa. PWE.
- [6] **MANIAK B., WÓJCIK W., DOBRZAŃSKI JR. B., RYBCZYŃSKI R. 2007.** *Powłoki chitozanowe w produkcji suszu jabłkowego. Właściwości Fizyczne Suszonych Owoców i Produktów Spożywczych*. Komitet Agrofizyki PAN, Lublin, Wyd. Naukowe FRNA, 15-33.
- [7] **PN-A-77608:1997.** *Produkty owocowe. Jabłka, gruszki, wiśnie suszone*.
- [8] **RZĄCA M., WITROWA-RAJCHERT D. 2007.** *Wpływ techniki suszenia na właściwości optyczne suszu jabłkowego*. Acta Agrophysica, 10 (2), 445-453.
- [9] **SZCZEPAŃSKA K. 1999.** *Techniki menedżerskie w TQM*. Warszawa, Wydawnictwa Normalizacyjne ALFA-WERO.
- [10] **SZPARAGA A., DYMKOWSKA-MALESA M., WESOŁOWSKI A. 2014.** *Odwadnianie osmotyczne w technologii utrwalania owoców i warzyw*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1, 97-101.
- [11] **TADIĆ D., MISITA M., MILANOVIC D.D., DJUKIC T., SENUSSI G. 2014.** *A novel approach to process improvement in small and medium manufacturing enterprises Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B*. Journal of Engineering Manufacture, 228 (5), 777-789.
- [12] **WALASEK T.A., KUCHARCZYK Z., MORAWSKA-WALASEK D., CZEWCZYK K. 2014.** *Quality management in e-courses*. International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning, 24 (1), 6-21.
- [13] **WU L., SANGUANSRI L., AUGUSTIN M.A. 2015.** *Processing treatments enhance the adsorption characteristics of epigallocatechin-3-gallate onto apple pomace*. Journal of Food Engineering, 150, 75-81.