

# APARATURA

## BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

### Model funkcjonalny wpływu czynników na jakość produktu w branży piekarniczej

*RADOSŁAW DROZD*

**POLITECHNIKA GDAŃSKA**

**Słowa kluczowe:** jakość produktu, model funkcjonalny, branża piekarnicza

#### **STRESZCZENIE:**

W artykule zostały przedstawione czynniki, które mają wpływ na jakość produktu w branży piekarniczej. Tym produktem jest pieczywo, a w szczególności chleb, który stanowi od 80% do 90% jego ogólnej produkcji. Autor wyodrębnił czynniki wpływające na jakość produktu i usystematyzował je, a następnie opisał. Podzielone one zostały na 3 grupy funkcjonujące w procesie produkcyjnym, a następnie na podgrupy.

Podstawowe grupy czynników, które mają wpływ na jakość produktu to: czynniki surowcowe, czynniki technologiczne i czynniki organizacyjno-techniczne. Podsumowaniem całości opracowania jest opisowy model funkcjonalny wpływu czynników na jakość produktu w branży piekarniczej.

### Functional model of the impact of agents on product Quality in the baking industry

**Keywords:** product quality, functional model, baking industry

#### **ABSTRACT:**

The article presents factors that influence the quality of the final product in the baking industry. The product in question is mainly bread, comprising 80 to 90 per cent of bakeries' output. The author listed all the factors that have an impact on the final quality of the product, ordered them in a systematic fashion and described these factors. The factors were divided into three groups that function within a manufacturing system, and these were split into sub-groups.

The groups of fundamental factors that influence the quality of the product are related to the materials, technology, techniques and organisation. The summary of this paper contains a functional model of the impact of individual factors on the quality of a bakery product.

## 1. WPROWADZENIE

Podstawowym składnikiem diety każdego Polaka jest pieczywo, które przy racjonalnym podejściu może pełnić nieocenioną rolę regulatora pracy ludzkiego przewodu pokarmowego i stanowić znaczące źródło dziennego zapotrzebowania energetycznego organizmu (ok. 25 – 30 %) [1]. Pieczywo (w tym chleb) było, jest i prawdopodobnie jeszcze długo pozostanie w Polsce produktem o pierwszoplanowym znaczeniu żywieniowym.

Po zmianie systemu gospodarczego powstało wiele nowych piekarni. Jednocześnie, ze względu na m.in. znaczny wzrost cen pieczywa i zmianę nawyków żywieniowych, nastąpiło częściowe ograniczenie jego spożycia. Ostra konkurencja stała się problemem współczesnej branży piekarniczej, którą w niniejszym artykule zdefiniowano jako zbiór przedsiębiorstw piekarniczych oferujących pieczywo [2].

Branża piekarnicza stanowi integralną część wewnętrznych sił regionu warunkujących jego rozwój, gdyż ma charakter głównie lokalny. Ten rynek jest dla przedsiębiorstw piekarniczych podstawowym źródłem zaopatrzenia w surowce, a także podstawowym rynkiem zbytu. Branża piekarnicza w Polsce jest jedną z najbardziej rozdrobnionych, gdyż większość stanowią firmy średnie, małe, a nawet mikro [3].

Wzrost wymagań społecznych dotyczących jakości pieczywa stworzył konieczność nowych rozwiązań systemowych, w których jakość staje się celem strategicznym. Pojęcie jakości jest terminem trudnym do jednoznacznego zdefiniowania ze względu na swoją subiektywność [4]. Wymagania klientów determinują poziom jakości produktów, stąd jakość jest również pojęciem wielowymiarowym i interdyscyplinarnym [5]. Jakość wg PN–EN 2842 jest określana jako ogół cech i właściwości produktu decydujących o jego zdolności do zaspokojenia stwierdzonych lub przewidywanych potrzeb.

O jakości pieczywa, podobnie jak i innych produktów żywnościowych, decydują następujące cechy:

- a) wartość odżywcza – określona ogólnym składem chemicznym,
- b) smakowość – uwarunkowana głównie składem i jakością użytych surowców,
- c) zdrowotność – definiowana jako brak zagrożeń dla zdrowia konsumenta,

d) atrakcyjność – określana kształtem, barwą i opakowaniem,

e) trwałość – zapewniająca przechowywanie bez zmian jakości,

f) świeżość – utożsamiana z elastycznością, zapachem, smakiem pieczywa [6, 7].

Autor, pełniąc w jednej z piekarni funkcję doradcy d/s robotyzacji, a następnie kierownika projektu /B + R/, zwrócił uwagę na fakt, że praktycznie wszystkie operacje związane z procesem produkcyjnym pieczywa, od momentu wyboru surowca do chwili dotarcia do sklepu, mają wpływ na jakość. W literaturze przedmiotu spotyka się również poglądy wskazujące, że jakość łączy się praktycznie z każdym aspektem funkcjonowania przedsiębiorstwa i jest określana przez pryzmat zadań realizowanych przez poszczególne jego struktury [8]. Ponadto z ustawy o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia wynika, że na wszystkich etapach produkcji żywności i obrotu żywnością należy czynić odpowiednie zabiegi projakościowe [9]. W tej sytuacji autor skoncentrował się w referacie na czynnikach, które mają wpływ na jakość pieczywa i na ich zestawieniu w formie opisowego modelu funkcjonalnego.

## 2. GRUPA CZYNNIKÓW SUROWCOWYCH

Czynniki mające obecnie wpływ na jakość pieczywa wynikają ze zmiany stylu życia konsumentów, którzy preferują wysokiej jakości produkty wykonane z wysokiej jakości surowców. Najistotniejsze czynniki surowcowe związane z jakością produktu w branży piekarniczej, to: jakość surowców użytych do produkcji, prawidłowo ustalone normy wydajności pieczywa oraz receptury (skład surowcowy).

Surowce podstawowe i dodatki przyjmowane do magazynu zakładu produkcyjnego powinny posiadać wysoką jakość zdrowotną i odżywczą oraz właściwą przydatność technologiczną. Preferowani są wieloletni, sprawdzeni dostawcy. Ponadto wszystkie surowce przyjmowane do magazynu piekarni muszą mieć odpowiedni termin przydatności do spożycia.

Na jakość mąki, tj. podstawowego surowca, branża piekarnicza praktycznie nie ma dużego wpływu. Oprócz warunków agroklimatycznych zasadnicze znaczenie mają właściwości genetyczne uprawianych odmian zbóż, stosowanie prawidłowej selekcji przy skupie oraz technologia przemiatu [7].

Branża piekarnicza ma jednak wpływ na wybór odpowiedniej jakości innych surowców, np. drożdży, płatków ziemniaczanych, słodu czy otrąb, jak również na ich magazynowanie. W zależności od warunków składowania może nastąpić poprawa lub pogorszenie przydatności technologicznej i jakości zdrowotnej surowców.

Mąka, głównie pszenna, jest przechowywana w silosach. Zakłady piekarnicze posiadają po kilka silosów, które są wyposażone w różnym stopniu, m.in. w system sterowania z wagami oraz w czujniki tensometryczne. Dzięki funkcjonowaniu takiego systemu piekarnie mają pełną kontrolę nad dostawą, a także nad zużyciem mąki w czasie procesu technologicznego. Dodatkowo montowany w silosach układ przesiewaczy, sit oraz hermetyczność zbiorników dają gwarancję wysokiej jakości i czystości surowca. Wewnętrzne zbiorniki silosów dzięki cyklicznemu napowietrzaniu mąki (tzw. masaż mąki) zapewniają dobre właściwości jej dojrzewania.

Następnym czynnikiem, który wpływa na jakość pieczywa a jednocześnie kształtuje wysokość kosztów surowcowych w branży piekarniczej są prawidłowo ustalone normy wydajności pieczywa przy utrzymaniu wysokiej jakości. Norma średniej wydajności pieczywa, czyli tzw. przypiek jest wielkością określającą ilość kilogramów pieczywa uzyskiwaną ze 100 kg mąki. Każdy producent pieczywa ma obowiązek ustalania normy średniej wydajności dla danego rodzaju pieczywa w oparciu o wypiek kontrolny. Zakładowe normy średniej wydajności pieczywa uwzględniają m.in.:

- a) średnie wartości wypiekowe mąki,
- b) przeciętne występujące ubytki produkcyjne,
- c) ramowe naważki kęsów ciasta,
- d) przeciętne warunki techniczne piekarni.

Powyższe normy powinny być okresowo sprawdzane i korygowane. Dla przykładu, w pierwszej połowie roku istnieje lepsza dojrzałość biologiczna ziarna i mąka posiada wyższą wartość wypiekową – stąd też w tym okresie normy wydajności pieczywa powinny być podwyższone. Zakładowe normy średniej wydajności pieczywa stanowią podstawę do kontroli zużycia surowców również przez organy kontroli zewnętrznej.

Odpowiedni skład surowcowy, czyli receptura, jest podstawowym warunkiem wyprodukowania dobrego pieczywa. Receptura powinna zapewnić zamierzoną wartość żywieniową pieczywa i dobre walory smakowe przy zastosowaniu właściwej technologii. Uzyskuje się to przez prawidłowy

dobór surowców podstawowych oraz substancji wzbogacających wartość odżywczą i innych, które uszlachetniają i polepszają produkt gotowy.

### 3. CZYNNIKI ZWIĄZANE Z PROCESEM TECHNOLOGICZNYM

Grupa czynników, która doskonali jakość pieczywa jest związana przede wszystkim z procesem technologicznym. Dobrą jakość pieczywa można zapewnić poprzez optymalny dobór parametrów technologicznych produkowanego wyrobu oraz utrzymywanie stabilności tych parametrów.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego wypiek to najważniejszy etap w całym łańcuchu procesu produkcyjnego pieczywa i dlatego też powinien być przeprowadzany z dużą starannością. Jest to proces, w wyniku którego zostają zniszczone w pieczywie bakterie, pleśnie i drożdże, pochodzące z surowców, fermentacji, otoczenia itp. – o ile został zastosowany odpowiedni czas i temperatura.

W każdym procesie technologicznym, a szczególnie artykułów żywnościowych, niezbędna jest kontrolowana wydajność tego procesu. Oznacza ona systematyczną kontrolę i analizę wszystkich faz procesu, jak również kontrolę międzyoperacyjną jakości półproduktów. Decydujący wpływ na przebieg wydajności procesu, jak również na jakość wytwarzanego pieczywa ma kontrola i ocena związana z temperaturą, wydajnością faz, stopniem ukwaszenia i czasem fermentacji.

Temperatura zależy od wydajności i czasu wytwarzania pieczywa. W niższej temperaturze ukwaszenie następuje wolniej i wytwarza się znaczna ilość kwasu octowego. Od ilościowego stosunku kwasu octowego i mlekowego zależy w znacznym stopniu zapach i smak pieczywa. W dużych zakładach piekarniczych, wzorem niektórych krajów Unii Europejskiej, jako dodatkowe kryterium prawidłowego wypieku przyjmuje się temperaturę wewnątrz produktu opuszczającego piec.

Wydajność fazy, czyli ilościowy stosunek wody do mąki, ma wpływ na rozwój i działalność mikroflory. Warunkuje ona wilgotność i konsystencję półproduktu. Można przyjąć, że im większa dolewka wody, tym większa wydajność i luźniejsza konsystencja. Jednak luźniejsza konsystencja wpływa na pobudzenie reakcji enzymatycznych, w wyniku czego zwiększa się ilość substancji rozpuszczalnych, które są pożywką dla mikroorganizmów. Z kolei, jeżeli do przygotowania ciasta użyje się

zbyt małej ilości wody, podczas wypieku nastąpi słabe skleikowanie skrobi.

Stopień ukwaszenia, zwany również pomnożeniem fazy, jest stosunkiem masy mąki w fazie sporządzanej do masy mąki przefermentowanej wprowadzanej z fazą poprzedzającą. Stosowane w piekarnictwie pomnożenia są zależne od czasu fermentacji fazy, jakości surowca i schematu produkcji. Dla drożdży korzystniejszy jest większy stopień ukwaszenia, czyli mniejsze przemnożenie, a dla bakterii odwrotnie.

Czas fermentacji zależy od wydajności fazy, temperatury i stopnia ukwaszenia. Jest on związany ze zmianą kwasowości. Punktem wyjścia do opracowania schematu fermentacyjnego jest założony czas fermentacji. Do niego dostosowuje się pozostałe parametry.

Podsumowując, można powiedzieć, że w przedsiębiorstwach piekarniczych można, a nawet należy regulować temperaturę, stopień ukwaszenia i czas fermentacji faz, gdyż na tych zabiegach zyskuje jakość produktu.

Kierowanie procesem technologicznym w celu uzyskania odpowiedniej jakości produktu finalnego opiera się również na kontroli międzyoperacyjnej jakości półproduktów. Kontrola ta jest niezbędna, gdyż po stwierdzeniu nieprawidłowości technologicznych można jeszcze zapobiec złej jakości pieczywa przez zmianę warunków np. fermentacji (zmiana czasu trwania procesu, temperatury, wydajności fazy). Badania półproduktów są więc potrzebne zarówno przy próbnym wypiekach, jak i przy stałej produkcji pieczywa. Kontrolę międzyoperacyjną jakości półproduktów prowadzą głównie laboratoria przyzakładowe znajdujące się zwykle w sąsiedztwie hal produkcyjnych. Laboratoria te do oceny półproduktów piekarskich stosują najczęściej metodę organoleptyczną i fizyczno-chemiczną. Badacze, pracujący nad nowymi i dokładniejszymi metodami oceny jakości, preferują metody mikrobiologiczne, są one jednak kosztowne i bardziej czasochłonne [10].

Metoda organoleptyczna uwzględnia takie wyróżniki jakościowe jak: wygląd zewnętrzny, zapach, strukturę i dojrzałość faz fermentacyjnych. Każdy z półproduktów, w zależności od stopnia dojrzałości, charakteryzuje się odpowiednim zapachem. Dla przykładu dojrzały rozczyń /podmłoda/ ma zapach alkoholowo – drożdżowy, aromatyczny, przyjemny. Z kolei strukturę półproduktów /fermentacyjnych/ ocenia się po delikatnym usunięciu wierzchniej warstwy badanego półproduktu.

Dla przykładu dojrzałą podmłodę charakteryzuje struktura gąbczasta o prawie równomiernych porach, zaś przedkwas powinien mieć luźną konsystencję i strukturę bardziej porowatą, z porami o cienkich ściankach. Dojrzałość ciasta sprawdza się przez lekki ucisk powierzchni palcami. Jeżeli po uwolnieniu nacisku ciasto natychmiast wraca do poprzedniego położenia, nie jest jeszcze dojrzałe. Jeżeli powierzchnia, w miejscu nacisku, lekko zapada się, ciasto jest już dojrzałe.

Metoda fizyczno-chemiczna półproduktów obejmuje sprawdzanie: temperatury, wilgotności, kwasowości i konsystencji. Zaleca się sprawdzanie temperatury za pomocą elektronicznego miernika z czujnikiem przystosowanym do celów piekarskich. Wilgotność półproduktów oznacza się przez suszenie w suszarce (płytkowej lub szafkowej), a zawartość wody oblicza się na podstawie różnicy masy próbki, przed i po wysuszeniu. Kwasowość potencjalną półproduktów wyraża się w stopniach i oznacza przez miareczkowanie wodnej zawiesiny próbki ciasta roztworem wodorotlenku sodu, wobec wskaźnika fenoloftaleiny. Kwasowość czynną /pH/ oznacza się przy pomocy pehametru i odczytuje wynik z jego skali. Kontrola kwasowości jest szczególnie ważna w odniesieniu do półproduktów pieczywa żytniego, ponieważ umożliwia prawidłowe prowadzenie fermentacji. Konsystencję ciasta oznacza się za pomocą konsystografu lub farinografu. Duże odchylenia w konsystencji ciast mogą powodować: zakłócenia w harmonogramie produkcji, trudności w obróbce ciasta, nieodpowiednią jakość pieczywa oraz straty surowcowe.

#### 4. CZYNNIKI ORGANIZACYJNO-TECHNICZNE

Jakość pieczywa jest wartością złożoną i obejmuje zespół cech, spośród których klient najbardziej ceni sobie świeżość. Dostawy pieczywa do handlu odbywają się codziennie, dlatego też maszyny do produkcji pieczywa powinny być cały czas utrzymywane w pełnej sprawności technicznej. W literaturze naukowej krajowej i zagranicznej nie pojawiły się dotąd opracowania dotyczące problematyki niezawodności pracy maszyn w branży piekarniczej. Autor na bazie literatury oraz własnych badań podjął się analizy niezawodności pracy maszyn w procesie produkcyjnym chleba, w ujęciu probabilistycznym [11]. Pomocne w tych badaniach były rozkłady takie jak: wykładniczy, Weibulla, Gamma, normalny i logarytmiczno-



-normalny [12, 13]. Badania niezawodności pracy maszyn w branży piekarniczej, w ujęciu probabilistycznym, nie były dotychczas w Polsce przeprowadzane. Z uwagi na fakt, że w badanym przedsiębiorstwie branży piekarniczej do linii produkcyjnej wprowadzane były roboty, autor miał możliwość dokonania analizy niezawodności pracy maszyn w latach 2016–2019 zarówno w tradycyjnym układzie produkcyjnym chleba, jak i po robotyzacji. Wyniki powyższej analizy empirycznej były wymierne: w tradycyjnej konfiguracji zespołów maszyn niezawodność ukształtowała się na poziomie 78,54%, zaś po robotyzacji 89,21%. Z przedstawionych wyników badań można wywnioskować, że duży wpływ na niezawodność pracy maszyn miała robotyzacja, która jest kolejnym etapem automatyzacji [14, 15]. Roboty zastępują pracę człowieka i poprawiają standardy higieniczne, co zmniejsza ryzyko zatrucia wśród klientów. Ponadto roboty nie męczą się i nie denerwują wykonując monotonne czynności przy taśmie produkcyjnej, nie chorują i nie wnoszą zagrożeń choroobowych w procesie wytwórczym. Ograniczone jest również ich pole błędów np. w procesie mieszania surowców. W piekarniach roboty wpływają na ograniczenie zapylenia pomieszczeń pyłem mącznym, który w połączeniu z wilgotnością i wysoką temperaturą powietrza stwarza warunki dla rozwoju drobnoustrojów i pleśni. Robotyzacja w piekarniach to również powtarzalność, dokładność, zdecydowanie zwiększona wydajność procesów, które w zasadniczy sposób wpływają na jakość dostarczanego pieczywa na rynek [16, 17]. W piekarni objętej badaniem wraz z dwoma robotami został zainstalowany detektor rentgenowski, który wykrywa zanieczyszczenia w pieczywie takie jak metal, kamienie, szkło czy tworzywa sztuczne, co pozwoliło na pełną eliminację wadliwego pieczywa. Zwiększenie automatyzacji jest głównym celem Przemysłu 4.0., który opiera się na integracji nowych rozwiązań technicznych. Integracja inteligentnych, usieciowionych i autonomicznych technologii cyfrowych i fizycznych, do których zalicza się również robotyka, stwarza nowe możliwości w zakresie innowacji i rozwoju linii produkcyjnych. Czwarta rewolucja przemysłowa jest szansą rozwoju zwłaszcza dla małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych, do których w większości należą piekarnie. Faktem jest również, że bariera dostępności najnowszych technologii produkcji jest coraz łatwiejsza do przekroczenia, a firmy

szybciej i bardziej elastycznie reagują na potrzeby rynku [18-21].

Istotny wpływ na jakość pieczywa mają warunki higieniczno-sanitarne w piekarniach, co wiąże się głównie z zapewnieniem bezpieczeństwa zdrowotnego. Warunki higieniczno-sanitarne dotyczą w szczególności maszyn, składowania pieczywa, konfekcjonowania oraz transportu.

Wymagania z zakresu higieny dla maszyn są zawarte w PN – EN 1672 – 2:1999 „Maszyny dla przemysłu spożywczego. Pojęcia podstawowe. Wymagania z zakresu higieny”. Według nich powierzchnie maszyn i urządzeń powinny być łatwe do czyszczenia i dezynfekcji. Ponadto usytuowanie maszyn powinno umożliwiać dogodne czyszczenie oraz utrzymanie czystości wokół maszyny. Warunki składowania pieczywa po wypieku mają również wpływ na jakość pieczywa. Przede wszystkim pieczywo powinno być schłodzone w warunkach zapobiegających wtórnemu zanieczyszczeniu (przez surowce, sprzęt, ludzi, otoczenie itp.) – w czystych pomieszczeniach, gdzie ruch personelu jest ograniczony. Niedopuszczalne jest wystawianie pieczywa na korytarze, rampy, itp. Wózki, na których układane jest pieczywo powinny być czyste; najniższa półka powinna znajdować się co najmniej 30 cm od podłogi.

Konfekcjonowanie pieczywa obejmuje krojenie i pakowanie. Jednostkowe pakowanie pieczywa stosowane jest ze względów higienicznych oraz w celu przedłużenia przydatności konsumpcyjnej. Pieczywo opakowane podlega utrwaleniu termicznemu lub przez zastosowanie atmosfery modyfikowanej. Część pieczywa trafia do handlu bez konfekcjonowania, dlatego też zachowanie higienicznych warunków otoczenia i higieny osobistej pracowników ma szczególne znaczenie.

Pieczywo powinno być przewożone do sklepów przez osoby, które nie będą stanowiły zagrożenia zdrowotnego. Środki transportu powinny być czyste, bez obcych zapachów, przeznaczone wyłącznie do tego celu. Powinny być też codziennie myte i okresowo poddawane dezynfekcji.

Kompleksowym sprawdzianem jakości wszystkich rodzajów pieczywa po wypieku jest ocena punktowa. Obejmuje ona ocenę organoleptyczną przy jednoczesnym uwzględnieniu punktów za wskaźniki fizyczno-chemiczne. Na podstawie liczby punktów uzyskanych w ocenie ustala się klasyfikację jakości pieczywa. Pieczywo, które nie uzyskuje minimalnej liczby punktów ulega dyskwalifikacji.

Badanie wyłącznie produktu końcowego nie jest jednak wystarczające dla określenia jego jakości. Tylko zastosowanie odpowiedniego systemu planowych działań pro jakościowych w całym łańcuchu produkcyjnym, od surowców począwszy aż po dystrybucję pieczywa do sklepu, daje gwarancję osiągniętego celu, tj. wyprodukowania pieczywa dobrej jakości wraz z zagwarantowaniem bezpieczeństwa zdrowotnego pieczywa.

## 5. MODEL FUNKCJONALNY WPŁYWU CZYNNIKÓW NA JAKOŚĆ PRODUKTU W BRANŻY PIEKARNICZEJ

Dokonany podział czynników i ich opis oraz zależności funkcjonalne między nimi w procesie produkcyjnym były podstawą do opracowania opisowego modelu funkcjonalnego wpływu czynników na jakość produktu w branży piekarniczej, co przedstawia Rysunek 1.

W modelu zauważalne są zależności bezpośrednie i pośrednie. Przykładem bezpośredniego wpływu na jakość produktu jest jakość użytych surowców oraz skład surowcowy, czyli tzw. receptura. Czynniki te mają bezpośredni wpływ na jakość pieczywa, ale trafiają do procesu technologicznego poprzez organ zarządzający, który jest odpowie-

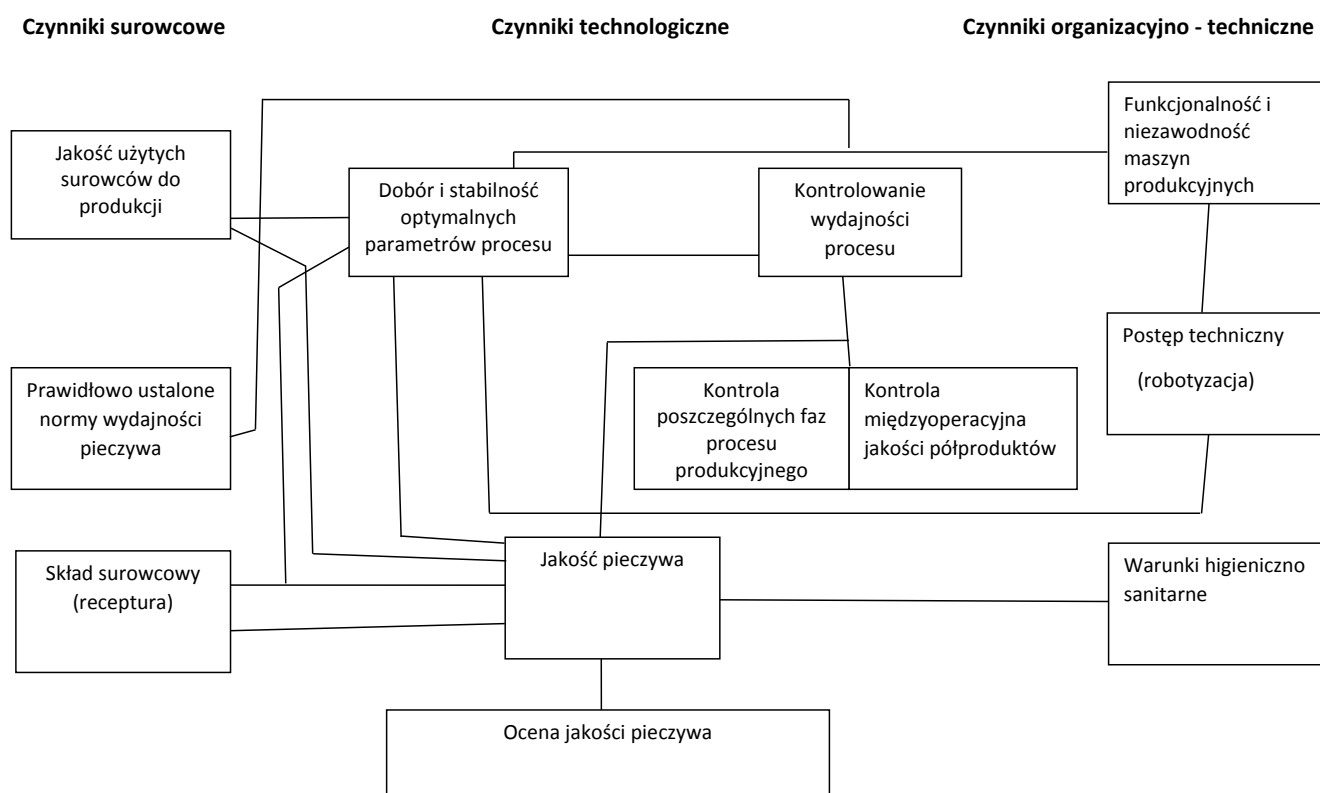
dzialny za dobór optymalnych parametrów procesu i ich stabilność. W każdym procesie technologicznym niezbędna jest kontrolowana wydajność procesu. Oznacza ona systematyczną kontrolę i analizę:

- norm wydajności ustalonych dla poszczególnych gatunków pieczywa,
- faz procesu produkcyjnego,
- jakości półproduktów.

## 6. WNIOSKI

W procesie produkcyjnym pieczywa praktycznie wszystkie operacje, od momentu wyboru surowca do chwili dotarcia do sklepu, mają wpływ na jakość pieczywa. Z tego powodu autor wyodrębnił czynniki które mają wpływ na jakość pieczywa, usystematyzował je i omówił w niniejszym tekście. Czynniki te zostały podzielone na 3 grupy funkcjonujące w procesie produkcyjnym, a następnie na podgrupy, co przedstawia poniższe zestawienie:

- Grupa czynników surowcowych, a w niej:
  - Jakość użytych surowców do produkcji.
  - Prawidłowo ustalone normy wydajności pieczywa.
  - Skład surowcowy (receptura).
- Prawidłowo ustalone normy wydajności pieczywa.



Rysunek 1 Model funkcjonalny wpływu czynników na jakość produktu w branży piekarniczej (źródło: opracowanie własne)

### 3. Receptury /skład surowcowy/.

II. Czynniki związane z procesem technologicznym, tj.:

1. Dobór i stabilność optymalnych parametrów procesu.

2. Kontrolowana wydajność procesu w tym:

a) kontrola poszczególnych faz procesu produkcyjnego,

b) kontrola międzyoperacyjna jakości półproduktów.

III. Czynniki organizacyjno-techniczne, uwzględniające:

1. Funkcjonalność i niezawodność maszyn produkcyjnych.

2. Postęp techniczny.

3. Warunki higieniczno-sanitarne.

Sposób, zakres i kierunek wpływu na właściwe wykorzystanie wskazanych czynników jakościowych jest uzależniony od każdego producenta w branży piekarniczej. Opracowany tutaj opisowy model funkcjonalny wpływu czynników na jakość produktu w branży piekarniczej jest zestawieniem wszystkich omawianych czynników i ich powiązań bezpośrednich i pośrednich w procesie produkcyjnym.

W niniejszym referacie autor starał się wykazać, że w branży piekarniczej tylko zastosowanie odpowiednich działań projakościowych w całym łańcuchu produkcyjnym, począwszy od wyboru surowca aż po dystrybucję pieczywa do sklepu, daje gwarancję wyprodukowania pieczywa dobrej jakości.

Jak wykazują wyniki badań probabilistycznych dokonanych przez autora, niezawodność pracy maszyn jest ściśle związana z postępem technicznym. W opracowaniu zwrócono uwagę na robotyzację, której wprowadzenie do piekarni dało wymierne efekty. I tak w tradycyjnej konfiguracji zespołu maszyn niezawodność ukształtowała się na poziomie 78,54%, a po robotyzacji 89,21%. Badania takie nie były dotychczas w Polsce przeprowadzane.

Przedstawione wyniki badań mają duże znaczenie praktyczne w kontekście stale rosnącego zainteresowania robotyzacją. Mogą zostać zaimplementowane przez potencjalnych adresatów z branży piekarniczej jako przykłady zwiększania stanu zdatności i efektywności funkcjonowania maszyn produkcyjnych, jak również podwyższania jakości produktu.

## LITERATURA

- [1] Gambuś H., Litwinek D., „Pieczywo – dlaczego warto jeść i jakie wybierać”, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie – Wydział Technologii Żywności, Kraków 2011.
- [2] Gorynia M., Jankowska E., Maślak E., Branża jako przedmiot badań w ekonomii, „Gospodarka Narodowa” Nr 3/2003.
- [3] Kamińska A., Regionalne determinanty rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw, Difin, Warszawa 2011.
- [4] Lisiecka K., „Dylematy etyczne w biznesie zrównoważonego rozwoju na przykładzie certyfikacji systemów zarządzania jakością”, Problemy Jakości, Nr 12 /2010.
- [5] Tejże, „Systemy zarządzania jakością i kryteria pomiaru ich efektywności”, Problemy Jakości, Nr 9/2001.
- [6] Balon U., Dziadkowiec J. M., Sikora T., Cechy jakości żywności a decyzje zakupowe polskich konsumentów soków owocowych, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Zarządzania Jakością, Kraków 2016.
- [7] Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego, Piekarstwo – receptury, normy, porady i przepisy prawne, Handlowo – Usługowa Spółdzielnia „Samopomoc Chłopska”, Warszawa 2002.
- [8] Grudowski P., „Podstawy ustalania zakresu systemu zarządzania jakością”, Q jakości, Nr 3, 2004.

- [9] Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia / Dz. U. 2001 r. Nr 63, poz. 634 z późn. zm.
- [10] Madej-Lachowska M., Szwedziak K., Polańczyk E., Piechaczek N., „Ocena jakości wybranych produktów żywnościowych za pomocą metod wizyjnych”, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Nr 1 /2015.
- [11] Drozd R., „Niezawodność maszyn produkcyjnych w branży piekarniczej – zagadnienia teoretyczne i praktyczne”, Aparatura Badawcza i Dydaktyczna, nr3/2019.
- [12] Bobrowski D., Modele i metody matematyczne teorii niezawodności w przykładach i zadaniach, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.
- [13] Migdalski J., (red) Inżynieria niezawodności. Wydawnictwo ATR, Bydgoszcz i ZETOM Warszawa 2000.
- [14] Drozd R., „Wpływ robotyzacji na niezawodność procesu produkcyjnego w branży piekarniczej,” Aparatura Badawcza i Dydaktyczna, nr 3/2019.
- [15] Hawryluk P., „Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcji – trudność czy konieczność”, Transport Przemysłowy i Maszyny Rolnicze, Tom nr 1/2019 s.74 i 75, HMR – TRANS Sp. z o.o., Wrocław 2019.
- [16] Barczyk J., „Robotyzacja w przemyśle spożywczym”, Pomiary Automatyka Robotyka, nr 1/2007.
- [17] Kaczmarek W., Panasiuk J., „Roboty w typowych procesach i aplikacjach”, Automatyka, Zeszyt 6/2015.
- [18] Zdanowicz R., Podstawy robotyki, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012.
- [19] Gilchrist A., Industry 4.0 The industrial internet of things, Wydawnictwo Apress USA, 2016.
- [20] Lass S., Gronau N., A factory operating system for extending existing factories to Industry 4.0. Comput. Ind., 115, 2020.
- [21] Miśkiewicz R., Wolniak R., Practical Application of the Industry 4.0 Concept in a Steel Company, Sustainability, 10.3390/su12145776, 12, 14, (5776), 2020.