

## **Technologiczne aspekty wypieku pieczywa z określeniem punktów krytycznych zanieczyszczeń mikrobiologicznych (surowiec, urządzenia, produkt)**

*Ewa Czerwińska, Wojciech Piotrowski  
Politechnika Koszalińska*

### **1. Wstęp**

Podstawowym produktem zbożowym dostarczającym konsumentom cennych składników odżywczych jest chleb. Jego spożycie na jedną osobę rocznie wynosi około 100 kg. W Polsce produkuje się sześć rodzajów pieczywa: mieszane pszenno – żytnie, żytnie, pszenne zwykłe, wyborowe, półcukiernicze i dietetyczne. Badania zaprezentowane w niniejszej pracy dotyczą produkcji pieczywa mieszanego. Jego podstawowy skład to mąka pszenna i żytnia oraz dodatki przewidziane recepturą m.in.: mleko, ekstrakt słodowy, miód, tłuszcz, nasiona roślin oleistych. Pieczywo to produkowane jest na zakwasie z dodatkiem drożdży. W zależności od proporcji i typów użytej mąki pszennej i żytniej oraz sposobów fermentacji ciasta uzyskuje się chleb o cechach zbliżonych do pieczywa pszennego lub żytniego. Stosunek ilościowy mąki żytniej do pszennej jest ściśle sprecyzowany w odpowiednich recepturach, a jakość pieczywa powinna odpowiadać wymaganiom Polskiej Normy PN-93/A-74103 „Pieczywo mieszane” [10, 11, 13].

Kryterium oceny pieczywa w zakresie jego wartości handlowej wiąże się z kontrolą jakości surowców oraz wyrobu gotowego, a także z prawidłowością przechowywania i transportu surowców oraz produktów gotowych. Monitorowanie stanu technicznego pomieszczeń magazynowych, hali produkcyjnej, jak również sposobu składowania surowców i produktów (w zakresie czystości, przewiewności, wpływu warunków atmosferycznych oraz uszkodzeń i zabrudzeń wyrobu gotowego) wpływa na wartość technologiczną produktu finalnego. Badania ujęte w normie jakościowej PN-92/A-74103 wymieniają ocenę organo-

leptyczną pieczywa na zasadzie oceny punktowej (PN-A-74108:1996), badania fizykochemiczne oraz mikrobiologiczne, które należy wykonywać zgodnie z normami czynnościowymi powoływanymi w normach podmiotowych [16,17].

Pieczywo należy do produktów nietrwałych i niekorzystne zmiany zachodzą w nim pojawiać bezpośrednio po wypieku. Procesy te są związane zarówno z częściowymi ubytkami wilgoci, czyli czerstwieniem chleba (bez udziału mikroorganizmów), jak i rozwojem bakterii, grzybów pleśniowych i drożdży. Utrzymanie dobrej jakości mikrobiologicznej pieczywa wiąże się z wykorzystaniem mąki wolnej od zanieczyszczeń mikroorganizmami, zgodnym z recepturą przygotowaniem ciasta, prawidłowym przebiegiem procesu wypieku oraz odpowiednimi warunkami przechowywania [3].

Celem pracy była ocena ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego z określeniem Krytycznych Punktów Kontroli na linii produkcyjnej pieczywa mieszanego.

## 2. Materiał i metoda badań

### 2.1. Materiał i metody badań mikrobiologicznych

Próby materiału pobrano w dwóch terminach 01.09.2006r. i 21.03.2007r. w jednej z piekarni na terenie Koszalina. Skontrolowano czystość mikrobiologiczną:

- **powietrza** w pomieszczeniach w których jest produkowany żur, z hali produkcyjnej i miejsca schładzania pieczywa. Czystość mikrobiologiczną powietrza oceniono metodą sedimentacji wg normy PN-ISO-7218/1998. Zakres oznaczeń podstawowych dotyczył ogólnej liczby bakterii mezofilnych w 1 m<sup>3</sup> powietrza oraz liczby grzybów pleśniowych oraz drożdży. Ocenę stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego bakteriami interpretowano zgodnie z normą PN-89/Z-04111/02, natomiast w przypadku zanieczyszczenia grzybami powoływano się na normę PN-89/Z-04111/03.
- **wody** (pochodzącej z ujęcia miejskiego). Próbki wody (w ilości 500 ml) pobierano zgodnie z normą PN-74/C-04620/02, a jej badania prowadzono zgodnie z normami PN-EN ISO 9308/2004 (Wykrywanie i oznaczanie ilościowe bakterii grupy coli), PN-ISO 6222/2004 (Określenie ogólnej liczby koloni na agarze odżywcym metodą posiewu wglębnego).
- **mąki pszennej typ 750 i żytniej typ 720** (magazynowanej w silosach stojących na zewnątrz piekarni). Próbki pobrano zgodnie z normą: PN-A-74104:1986 (Pieczywo. Pobieranie próbek. Kontrola jakości) w ilości 250 g, a badanie wykonano zgodnie z normą PN-A-74022:2003 dla Przetworów zbożowych. Mąki pszennej i normą PN-A-74032:2003 dla Przetworów zbożowych. Mąki żytniej

- **żuru** (przygotowanego dzień wcześniej w zbiorniku o pojemności 400 l). Próbkę pobrano i zbadano z godnie z normą PN-A-74102:1999 (Wyroby i półprodukty piekarskie. Pobieranie próbek i metody badań mikrobiologicznych).
- **pieczywa mieszanego** wyprodukowanego w nocy, schłodzonego i zapakowanego w folię. Do badań wzięto jeden bochenek chleba ostudzonego, z którego przygotowano próbkę w ilości 10g do badań zgodnie z normą PN-A-74104:1986.
- **pieczywa czerstwego** pochodzącego ze zwrotów lub źle wypieczonego (zdeformowany). Do badań pobrano cały bochenek chleba, z którego następnie przygotowano próbki w ilości 10g zgodnie z normą PN-A-74104:1986.

Badania mikrobiologiczne zostały wykonane zgodnie z normą PN-A-74102:1999 (Wyroby i półprodukty piekarskie. Pobieranie próbek i metody badań mikrobiologicznych).

**Tabela 1.** Rodzaje zastosowanych podłoży i parametry hodowli

**Table 1.** Types of mediums used and parameters of culture

Lp.	Rodzaj podłoża	Parametry inkubacji	
1.	Agar odżywczy	37°C / 48 h	Mezofile
2.	Agar odżywczy	55°C / 48 h	Termofile
3.	Agar odżywczy	37°C / 72 h	Przetrwalniki
4.	Podłoże Endo	44°C / 48 h	Escherichia coli
5.	Agar Sabourauda z chloramfenikolem	20°C / 5 dni	Grzyby i drożdże

Ocenę czystości mikrobiologicznej badanych surowców i produktów wykonano stosując posiew głębinowy rozcieńczonych próbek metodą zalewową Kocha. Hodowlę wyizolowanych i identyfikowanych bakterii prowadzono na agarze odżywcym, a grzybów na podłożu Sabourauda z chloramfenikolem. Wykorzystane podłoża zestawiono w tabeli 1. Kryterium oceny była liczba form wegetatywnych i przetrwalnych bakterii. Identyfikację wyhodowanych bakterii wykonano za pomocą analizatora mini API firmy bioMerieux stosując testy API 50 CHB, ID 32 STAPH, ID 32 GN. Identyfikację grzybów pleśniowych do rodzaju wykonano na podstawie cech makro- i mikroskopowych uwzględniając struktury morfologiczne takie jak: budowa strzępek, zarodni (płytkowych, sporangialnych) i zarodników (płytkowych, sporangialnych) oraz trzonek konidialnych, zespołu konidialnego i (lub) zarodników konidialnych. Przy identyfikacji wyhodowanych drożdży zastosowano test firmy bioMerieux ID 32 C.

## 2.2. Metody badań fizykochemicznych mąki, pieczywa i żuru

Oznaczono kwasowość mąki, pieczywa i żuru wg normy PN-A-74028:1993 (Przetwory zbożowe oznaczanie kwasowości) oraz wilgotność mąki i pieczywa wg normy: PN-A-74009:1998 (Ziarno zbóż i przetwory zbożowe oznaczanie wilgotności za pomocą wilgotnościomierzy elektrycznych).

## 3. Wyniki badań

Przeprowadzona analiza ilościowa skażeń mikrobiologicznych (tabela 2, 3, 4) wykazała, że zanieczyszczenie powietrza w poszczególnych pomieszczeniach piekarni było niewielkie, a dominującą mikroflorą były bakterie z rodzaju *Bacillus*. Wartości stężeń wyizolowanych bakterii kształtowały się na bezpiecznym poziomie (liczba bakterii w poszczególnych pomieszczeniach wykryta w terminie I i II – hala produkcyjna:  $2,2 \cdot 10^2$  jtk/m<sup>3</sup>,  $4 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>, schładzalnia:  $3,6 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>,  $2,3 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>, pomieszczenie żur I:  $6,3 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>,  $9,7 \cdot 10^2$  jtk/m<sup>3</sup>, pomieszczenie żur II:  $4,3 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>,  $1,0 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>) tzn. nie przekroczyły wartości norm dopuszczalnych dla powietrza pomieszczeń produkcyjnych, czyli:  $7,5 \cdot 10^2 \div 1,0 \cdot 10^7$  jtk/m<sup>3</sup> (4).

Kontrola parametrów zanieczyszczenia powietrza w poszczególnych pomieszczeniach wykonana w terminie I wykazała duże zanieczyszczenie grzybami z rodzaju *Rhizopus*, które spowodowały przerost płytek hodowlanych (przekroczenie normy). W terminie II liczba wyizolowanych grzybów była w monitorowanych pomieszczeniach mniejsza (hala produkcyjna:  $3,1 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>, schładzalnia:  $2,5 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>, pomieszczenie żur I:  $4,5 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>, pomieszczenie żur II:  $1,0 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>), nie przekroczyła dopuszczalnej normy, a oprócz *Rhizopus* wykryto również obecność *Penicillium*.

Badania wody czerpanej z wodociągów miejskich wykazały w obu terminach obecność zanieczyszczeń mikroflorą bakteryjną. Wykryta w terminie I w wodzie liczba bakterii ( $3,3 \cdot 10^2$  jtk/cm<sup>3</sup>) była wyższa od najwyższej dopuszczalnej wartości  $1,0 \cdot 10^2$  jtk/cm<sup>3</sup> (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002). Natomiast liczba bakterii w terminie II ( $5,0 \cdot 10^1$  jtk/cm<sup>3</sup>) przekroczyła normę dopuszczalną dla wody z wodociągów sieciowych w stopniu niewielkim [12].

**Tabela 2.** Analiza ilościowa zanieczyszczeń mikrobiologicznych  
**Table 2.** Quantitative analysis of microbiological contamination

Materiał badany	I termin – grudzień		II termin – marzec	
	Mikroorganizmy	Ilość/jtk	Mikroorganizmy	Ilość/jtk
Powietrze w hali produkcyjnej	Bakterie	$2,2 \cdot 10^2$	Bakterie	$4 \cdot 10^1$
	Grzyby	przerost	Grzyby	$3,1 \cdot 10^1$
Powietrze w schładzalni	Bakterie	$3,6 \cdot 10^1$	Bakterie	$2,3 \cdot 10^1$
	Grzyby	przerost	Grzyby	$2,5 \cdot 10^1$
Powietrze w pomieszczeniu na żur I	Bakterie	$6,3 \cdot 10^1$	Bakterie	$9,7 \cdot 10^{-2}$
	Grzyby	przerost	Grzyby	$4,5 \cdot 10^1$
Powietrze w pomieszczeniu na żur II	Bakterie	$4,3 \cdot 10^1$	Bakterie	$1,0 \cdot 10^1$
	Grzyby	przerost	Grzyby	$1,0 \cdot 10^1$
Woda z wodociągów miejskich	Bakterie	$3,3 \cdot 10^2$	Bakterie	$5,0 \cdot 10^1$
	Grzyby	-	Grzyby	-
Mąka pszenna typ 750	Bakterie mezofilne	$1,6 \cdot 10^2$	Bakterie mezofilne	$3,2 \cdot 10^2$
	Bakterie termofilne	$4,0 \cdot 10^1$	Bakterie termofilne	$3,9 \cdot 10^2$
	Przetrwalniki	$2,3 \cdot 10^1$	Przetrwalniki	$1,7 \cdot 10^1$
	Grzyby	$2,3 \cdot 10^1$	Grzyby	$6,3 \cdot 10^1$
Mąka żytnia typ 720	Bakterie mezofilne	$3,0 \cdot 10^2$	Bakterie mezofilne	$3,2 \cdot 10^2$
	Bakterie termofilne	$3,0 \cdot 10^1$	Bakterie termofilne	$2,2 \cdot 10^2$
	Przetrwalniki	$1,3 \cdot 10^1$	Przetrwalniki	$2,0 \cdot 10^1$
	Grzyby	$1,0 \cdot 10^1$	Grzyby	$3,2 \cdot 10^2$
Żur	Bakterie mezofilne	$3,7 \cdot 10^1$	Bakterie mezofilne	$3,0 \cdot 10^1$
	Przetrwalniki	$3,0 \cdot 10^1$	Przetrwalniki	$8,3 \cdot 10^1$
	Grzyby	$1,4 \cdot 10^2$	Grzyby	$3,7 \cdot 10^1$
Pieczywo mieszane	Bakterie mezofilne	$5,1 \cdot 10^1$	Bakterie mezofilne	$1,0 \cdot 10^1$
	Przetrwalniki	$5,1 \cdot 10^1$	Przetrwalniki	$3,0 \cdot 10^1$
	Grzyby	$2,6 \cdot 10^2$	Grzyby	$5,0 \cdot 10^1$
Pieczywo czerstwe	Bakterie mezofilne	$5,1 \cdot 10^1$	Bakterie mezofilne	$3,0 \cdot 10^1$
	Przetrwalniki	$5,7 \cdot 10^1$	Przetrwalniki	$1,4 \cdot 10^1$
	Grzyby	$1,5 \cdot 10^2$	Grzyby	$1,5 \cdot 10^1$

Bakteryjne zanieczyszczenie mąki pszennej typ 750 wykryto w obu terminach. Wyizolowano zarówno bakterie mezofilne (I termin  $1,6 \cdot 10^2$  jtk/g; II termin  $3,2 \cdot 10^2$  jtk/g), jak i termofilne (odpowiednio:  $4,0 \cdot 10^1$  jtk/g;  $3,9 \cdot 10^2$  jtk/g). W obu terminach stwierdzono także obecność form przetrwalnych bakterii (odpowiednio  $2,3 \cdot 10^1$  jtk/g,  $1,7 \cdot 10^1$  jtk/g), a także obecność grzybów ( $2,3 \cdot 10^1$  jtk/g,  $6,3 \cdot 10^1$  jtk/g). Skażenie mąki żytniej typ 720 bakteriami mezofilnymi kształtowało się na poziomie  $3,0 \cdot 10^2$  jtk/g w terminie I oraz  $3,2 \cdot 10^2$  jtk/g w terminie II, a liczba bakterii termofilnych – odpowiednio  $3,0 \cdot 10^1$  jtk/g i w II  $2,2 \cdot 10^2$  jtk/g. Liczba endospor bakterii wynosiła odpowiednio  $1,3 \cdot 10^1$  i  $2 \cdot 10^1$  jtk/g. Zanieczyszczenie surowca grzybami było niewielkie i kształtowało się na poziomie  $1,0 \cdot 10^1$  jtk/g w terminie I i  $3,2 \cdot 10^2$  jtk/g w II.

Skażenie mikrobiologiczne żuru kształtowało się na niższym poziomie w stosunku do badanych surowców (mąki pszennej i żytniej). Liczba bakterii mezofilnych w obu terminach była zbliżona i wyniosła  $3,7 \cdot 10^1$  jtk/g i  $3,0 \cdot 10^1$  jtk/g, natomiast form przetrwalnych w I terminie było  $3,0 \cdot 10^1$  jtk/g i  $8,3 \cdot 10^1$  jtk/g w II. Liczba grzybów była w I terminie ( $1,4 \cdot 10^2$  jtk/g) większa aniżeli w terminie II ( $3,7 \cdot 10^1$  jtk/g).

W pieczywie mieszanym wyizolowano w terminie pierwszym  $5,1 \cdot 10^1$  bakterii mezofilnych, a w drugim  $1,0 \cdot 10^1$  jtk/g. Liczba form przetrwalnych wyniosła odpowiednio  $5,1 \cdot 10^1$  jtk/g i  $3,0 \cdot 10^1$  jtk/g. W obu terminach wyizolowano grzyby ( $2,6 \cdot 10^2$  jtk/g i  $5,0 \cdot 10^1$  jtk/g). Podobne skażenie bakteriami mezofilnymi wykazano w przypadku pieczywa czerstwego (odpowiednio  $5,1 \cdot 10^1$  jtk/g i  $3,0 \cdot 10^1$  jtk/g). W obu terminach zaobserwowano również nieznaczne zanieczyszczenie formami przetrwalnymi ( $5,7 \cdot 10$  jtk/g i  $1,4 \cdot 10^1$  jtk/g), natomiast grzybami nieco wyższe w stosunku do pozostałych mikroorganizmów ( $1,5 \cdot 10^2$  jtk/g,  $1,5 \cdot 10^1$  jtk/g).

Przeprowadzone badania jakościowe mikroflory bakteryjnej (tabela 3) wykazały, że zarówno w pierwszym terminie, jak i w drugim w powietrzu (badanych pomieszczeń) dominowały bakterie z rodzaju *Bacillus megaterium* (odpowiednio  $2,2 \cdot 10^2$  jtk/m<sup>3</sup>,  $4,0 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup> – hala produkcyjna), *Bacillus lentus* (odpowiednio:  $3,6 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>,  $2,3 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup> – schładzalnia) oraz *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* (termin I:  $6,3 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup> - pomieszczenie żur I), *Bacillus subtilis* (termin II:  $9,7 \cdot 10^2$  jtk/m<sup>3</sup> – pomieszczenie żur I), *Bacillus subtilis* (termin I:  $4,3 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup> – pomieszczenie żur II), *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* (termin II:  $1,0 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup> – pomieszczenie żur II). W terminie pierwszym stwierdzono obecność grzybów z rodzaju *Rhizopus* w ilości niepoliczalnej ze względu na przerost płytek hodowlanych, natomiast w terminie drugim ilość grzybów była na poziomie dopuszczalnym i nie przekroczyła normy. Wyizolowane rodzaje to *Rhizopus* oraz *Penicillium*.

**Tabela 3.** Analiza jakościowa dominującej mikroflory bakteryjnej i grzybowej  
**Table 3.** Qualitative analysis of dominating bacteria and fungi microflora

Materiał badany	I termin – grudzień	II termin – marzec
Powietrze na hali produkcyjnej	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Rhizopus sp</i>	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Rhizopus sp</i>
Powietrze w schładzalni	<i>Bacillus lentus</i> <i>Rhizopus sp</i>	<i>Bacillus lentus</i> <i>Rhizopus sp,</i>
Powietrze w pomieszczeniu na żur I	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Rhizopus sp</i>	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Rhizopus sp, Penicilium sp</i>
Powietrze w pomieszczeniu na żur II	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Rhizopus sp</i>	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Rhizopus sp, Penicilium sp</i>
Mąka pszenna typ 750	<i>Bacillus licheniformis</i> <i>Penicilium sp</i>	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus licheniformis</i> <i>Rhizopus sp, Penicilium sp</i>
Mąka żytnia typ 720	<i>Bacillus laterosporus</i> <i>Penicilium sp</i>	<i>Bacillus laterosporus</i> <i>Rhizopus sp, Penicilium sp,</i> <i>Mucor sp</i>
Woda	<i>Bacillus lentus</i>	<i>Bacillus lentus</i>
Żur	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Sacharomyces cerevisiae</i>	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Sacharomyces cerevisiae</i>
Pieczywo mieszane	<i>Bacillus laterosporus</i> <i>Rhizopus sp</i>	<i>Bacillus laterosporus</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Penicilium sp</i>
Pieczywo czerstwe	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Penicilium sp</i>	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus licheniformis</i> <i>Penicilium sp</i>

W wodzie z wodociągów miejskich w obu terminach dominowały bakterie *Bacillus lentus* ( $3,3 \cdot 10^2$  jtk/cm<sup>3</sup>,  $5,0 \cdot 10^1$  jtk/cm<sup>3</sup>). Nie stwierdzono występowania zarówno bakterii *Escherichia coli*, jak i grzybów.

Badania jakościowe mikroflory bakteryjnej surowców i produktu (mąki pszennej typ 750, mąki żytniej typ 720, żuru oraz chleba mieszanego i czerstwego) wykazały obecność bakterii z rodzaju *Bacillus sp.* oraz ich form przetrwalnych. Liczba stwierdzonych w terminie pierwszym w mące pszennej komórek wegetatywnych i endospor gatunku *Bacillus licheniformis* wynosiła przy temperaturze testowania 37°C  $1,6 \cdot 10^2$  jtk/g, a 55°C  $4,0 \cdot 10^1$  jtk/g. Liczba endospor kształtowała się na poziomie  $2,3 \cdot 10^1$  jtk/g. Niższą liczbę *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* i ich form przetrwalnych odnotowano w drugim terminie (temperatura testowania 37°C:  $3,2 \cdot 10^2$  jtk/g, 55°C:  $3,9 \cdot 10^2$  jtk/g, endospory:  $1,7 \cdot 10^1$  jtk/g).

W mące żytniej liczba zidentyfikowanych bakterii w terminie pierwszym była na niższym poziomie, niż w terminie drugim. Dominującą mikroflorę stanowił *Bacillus laterosporus* i jego formy przetrwalne. Liczba form wegetatywnych bakterii wynosiła w terminie I przy temperaturze testowania 37°C –  $3,0 \cdot 10^2$  jtk/g, a przy temperaturze 55°C  $3,0 \cdot 10^1$  jtk/g. Liczba wyizolowanych w tym terminie endospor była na poziomie  $1,3 \cdot 10^1$  jtk/g. Wartość liczbowa wykrytych bakterii w terminie drugim była następująca: temperatura testowania 37°C  $3,2 \cdot 10^2$  jtk/g, temperatura 55°C  $2,2 \cdot 10^2$  jtk/g, liczba endospor  $2,0 \cdot 10^1$  jtk/g.

W żurze liczba zidentyfikowanych bakterii *Bacillus subtilis* i jego form przetrwalnych wyniosła w terminie I odpowiednio  $3,7 \cdot 10^1$  jtk/g oraz  $3,0 \cdot 10^1$  jtk/g. Wartość ta była porównywalna z liczbą tych samych bakterii wyizolowanych w terminie drugim  $3,0 \cdot 10^1$  jtk/g. Natomiast liczba endospor tego samego gatunku w terminie II była wyższa i wynosiła  $8,3 \cdot 10^1$  jtk/g.

W chlebie mieszanym wystąpiły bakterie i endospory *Bacillus laterosporus* (I termin –  $5,1 \cdot 10^1$  jtk/g, endospory  $5,1 \cdot 10^1$  jtk/g, II termin  $1,0 \cdot 10^1$  jtk/g, endospory  $3,0 \cdot 10^1$  jtk/g). Zidentyfikowana mikroflora nie przekroczyła wartości dopuszczalnych. W pieczywie czerstwym w terminie I zidentyfikowano *Bacillus subtilis* i jego formy przetrwalne (odpowiednio:  $5,1 \cdot 10^1$  jtk/g i  $5,7 \cdot 10^1$  jtk/g), a w terminie II *Bacillus subtilis* i *Bacillus licheniformis* (odpowiednio:  $3,0 \cdot 10^1$  jtk/g i  $1,4 \cdot 10^1$  jtk/g).

## Wyniki badań fizykochemicznych

### Kwasowość:

Kwasowość zbadanych surowców (**mąki pszennej i żytniej**) w pierwszym terminie wynosiła dla mąki pszennej 7,7 pH a mąki żytniej 7 pH natomiast w drugim: mąki pszennej i żytniej po 7,3 pH. Z otrzymanych obliczeń wynika, że w obu badanych mąkach ich kwasowość przekroczyła normę, gdyż zgodnie z PN-91-A/-74022 powinna ona wynosić nie więcej niż 5 pH.

**Kwasowość pieczywa mieszanego** w pierwszym i drugim terminie wynosiła  $2,6 \div 2,3$  pH i nie przekroczyła wartości normy dopuszczalnej (z obowiązującą normą PN-93-/A-74103 nie więcej niż 7 pH).

**Kwasowość pieczywa czerstwego** wahała się w przedziale 2,8-3,0 pH, co również było w normie. Zbadanie **żuru** w obu terminach wykazało kwasowość na poziomie 28,8-25,9 co świadczy o prawidłowym przebiegu procesu fermentacji. Dane zawarto w tabeli 4.

### Wilgotność

Zawartość wody w badanych mąkach (I i II termin) wynosiła: dla mąki pszennej 12,9% i 11,6%, a dla żytniej 13,1% oraz 12,9%, a więc kształtowała się poniżej dopuszczalnej wartości (15%). Wilgotność pieczywa badanego w obu terminach wynosiła 43,4% i 43,8% i również była niższa od dopuszczal-



nej wartości (47%). W przypadku pieczywa czerstwego zawartość wody w pierwszym terminie badań wynosi 41,5%, a drugim 39,9%.

**Tabela 4.** Wyniki kwasowości i wilgotności badanego materiału

**Table 4.** Acidity and moisture content in examined material

Materiał badany	I termin – grudzień		II termin – marzec	
	Kwasowość	Wilgotność	Kwasowość	Wilgotność
Mąka pszenna typ 750	7,7	12,9%	7,3	11,6%
Mąka żytnia typ 720	7	13,1%	7,3	12,9%
Żur	28,8	–	25,9	–
Pieczywo mieszane	2,6	43,4%	2,3	43,8%
Pieczywo czerstwe	2,8	41,5%	3,0	39,0%

#### 4. Dyskusja i opis krytycznych punktów kontroli

Ocena stanu sanitarno-higienicznego zakładu obejmowała badanie zanieczyszczeń mikrobiologicznych (powietrze, woda, surowiec, produkt) w piekarni na linii produkcyjnej chleba mieszanego.

W celu zminimalizowania przenoszenia zewnętrznej mikroflory na halę produkcyjną przedsiębiorstwo produkujące żywność, posiadające wdrożony system HACCP oraz GHP, GMP, powinno mieć odpowiednie szatnie i śluzy oraz system wentylacji pomieszczeń. Pomimo posiadania powyższych zabezpieczeń, kontrola parametrów zanieczyszczenia **powietrza** w zakładzie wykazała obecność mikroorganizmów, zarówno bakterii, jak i grzybów pleśniowych. Z przeprowadzonych badań wynika, że bardziej zanieczyszczone bakteriami było powietrze w pierwszym terminie badań (grudzień 2006 r.), które wynosiło: w hali produkcyjnej  $2,2 \cdot 10^2$  jtk/m<sup>3</sup>, w schładzalni  $3,6 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>, a w pomieszczeniach w których przygotowywano żur: I –  $6,3 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>; II –  $4,3 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup>. Skażenie powietrza bakteriami w drugim terminie badań (marzec 2007r.) było mniejsze i wynosiło:  $4,0 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup> (hala produkcyjna),  $2,3 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup> (schładzalnia),  $9,7 \cdot 10^2$  jtk/m<sup>3</sup> (pomieszczenie żur I),  $1,0 \cdot 10^1$  jtk/m<sup>3</sup> (pomieszczenie żur 2). Według normy PN-89/Z-04111/02 powietrze można uznać jako bardzo czyste, jeżeli liczba drobnoustrojów w 1 m<sup>3</sup> nie jest większa niż 10, natomiast, gdy przekracza 100 drobnoustrojów w 1 m<sup>3</sup> powietrza zanieczyszczenie uznaje się jako bardzo duże. Porównując wyniki obserwacji własnych z danymi z literatury (4, 16), należy uznać, że wartości stężeń wyizolowanych bakterii kształtowały się na bezpiecznym poziomie tzn. nie przekroczyły wartości krytycznych, bowiem dopuszczalna ogólna liczba bakterii dla pomieszczeń produkcyjnych (przemysłowych) wynosi  $6,0 \cdot 10^2 \div 1,0 \cdot 10^7$  jtk/m<sup>3</sup>,

Niepokojące jest natomiast bardzo duże zanieczyszczenie mikroflorą grzybową powietrza w pomieszczeniach badanych w terminie I. Biorąc pod

uwagę fakt, iż dopuszczalny poziom tego zanieczyszczenia w pomieszczeniach produkcyjnych wynosi  $5,0 \cdot 10^1 \div 1,0 \cdot 10^2$  jtk/m<sup>3</sup> (norma PN-89/Z-04111/03), całkowite zarośnięcie podłogi hodowlanych, utrudniające dokładną ocenę ilościową zdaje się wskazywać, że skażenie powietrza zdecydowanie przekroczyło dopuszczalne wartości. W terminie II liczba wyizolowanych grzybów nie przekroczyła wartości krytycznych normy. Należy sądzić, iż tak silne zanieczyszczenie powietrza spowodowane było nieprawidłowym funkcjonowaniem systemu wentylacyjnego w czasie wykonywania badań, co przyczynić się z kolei mogło do zanieczyszczenia surowców i produktów w monitorowanej piekarni.

Specyfika produkcji pieczywa wymusza duże zużycie **wody**, której stan mikrobiologiczny ma niebagatelny wpływ na czystość i higienę wszystkich etapów procesu technologicznego. Płukanie maszyn i podłóg wodą skażoną drobnoustrojami powoduje łatwe przenoszenie jej zanieczyszczeń do surowców, półproduktów, dodatków i opakowań. Inwestycje w infrastrukturę zakładów poprzez podnoszenie standardów sanitarnych i technicznych obiektów produkcyjnych jest zatem słusznym wymogiem. Z tego też względu określając warunki panujące na hali produkcyjnej zwrócono uwagę na zanieczyszczenie wody pochodzącej z wodociągów miejskich. Wykryta w wodzie w terminie I liczba bakterii ( $3,3 \cdot 10^2$  jtk/cm<sup>3</sup>) była wyższa od dopuszczalnej normy (z dnia 19 listopada 2002;  $1,0 \cdot 10^2$  jtk/cm<sup>3</sup>). Natomiast liczba bakterii w terminie II ( $5,0 \cdot 10^1$  jtk/cm<sup>3</sup>) w niewielkim stopniu przekroczyła normę dopuszczalną dla wody z wodociągów sieciowych. W wodzie wykorzystywanej do produkcji pieczywa nie wykryto obecności bakterii *Escherichia coli*, bakterii typu kałowego i innych bakterii z grupy coli. Wydaje się, że wykazane zanieczyszczenie wody w konkretnym przypadku było prawdopodobnie wynikiem wadliwej instalacji wodociągowej lub zanieczyszczeniem zaworów wylewowych, skąd pobierane były próby [4, 12].

Naturalna mikroflora **ziarna** w 90% składa się z saprofitycznych bakterii, a przede wszystkim gram-ujemnych pałeczek *Pseudomonas herbicola*, *Pseudomonas fluorescenes*, gram-dodatnich bakterii z rodzaju *Micrococcus* i *Lactobacillus* i laseczek przetrwalnikujących z rodzaju *Bacillus*, które stanowią największe zagrożenie mikrobiologiczne przetworów zbożowych. Do bakterii potencjalnie chorobotwórczych, mogących skażać ziarno, zalicza się gram-ujemne pałeczki z rodzaju *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia* oraz *Klebsiella*. Zakażenie ziarna bakteriami najczęściej następuje w czasie jego dojrzewania (zanieczyszczenia pierwotne) i zależy od warunków pogodowych w sezonie wegetacyjnym, w czasie zbioru i po zbiorze. W zależności od warunków środowiskowych oraz gatunku zboża liczba bakterii zawiera się w granicach  $10^2$ - $10^5$  jtk/g surowca lub produktu. W czasie omłotu liczba bakterii na ziarnie zwiększa się, natomiast podczas przechowywania ziarna większość bakterii wy-

miera i ilość ich spada nawet do 1000 komórek w 1 gramie [18]. Jednym z procesów, który ogranicza trwałość pieczywa jest jego pleśnienie. Ten rodzaj psucia jest częstszy niż zmiany powodowane przez bakterie. Dynamiczny rozwój pleśni zachodzi często już w magazynach zbożowych i silosach, w których złożono ziarno zbóż o wilgotności przekraczającej 13,5%, bądź gdy jest ono przechowywane w nieodpowiednich warunkach termiczno-wilgotnościowych. Do najbardziej niebezpiecznych, rozwijających się w zbożu, należą grzyby z rodzaju *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*, które wydzielają toksyczne metabolity – mikotoksyny przenikające do ziarna, a w konsekwencji do mąki [19, 20].

**Mąka** jako podstawowy składnik w produkcji pieczywa jest zawsze zanieczyszczona drobnoustrojami występującymi na ziarnie zbóż, ale jej skład jest bardziej zróżnicowany. Na jej zasiedlenie przez mikroorganizmy oprócz skażenia ziarna wpływ ma również stan mikrobiologiczny sprzętu młynarskiego, opakowań oraz pomieszczeń, w których składuje się ten surowiec. Grzyby pleśniowe występujące w mące reprezentowane są najczęściej przez rodzaje *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*, jak również gatunki z rodzaju *Cladosporium* i *Alternaria*. Ich rozwój może nastąpić przy wilgotności mąki, powyżej 15%, a wynikiem jest zmiana cech organoleptycznych, wzrost kwasowości i utrata właściwości wypiekowych spowodowanych pogorszeniem jakości glutenu.

Przeprowadzone badania własne mąki na obecność grzybów wykazały, że zarówno w I jak i II terminie liczba wyizolowanych grzybów była na poziomie bezpiecznym, nie przekroczyła wartości granicznej dopuszczanej przez normę –  $4,0 \cdot 10^3$  jtk/g. Dominującymi były grzyby pleśniowe z rodzaju *Penicillium*, *Rhizopus* i *Mucor*.

Poza grzybami pleśniowymi w mące stwierdza się także różnorodną mikroflorę bakteryjną. Mogą występować pałeczki z grupy *coli* oraz przedstawiciele rodzajów *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Sarcina*, *Micrococcus*, *Alcaligenes* i *Serratia*. Najczęstsze jednak jest występowanie laseczek z rodzaju *Bacillus* oraz ich form przetrwalnych. Przyjmuje się, że dobra mąka powinna zawierać nie więcej niż 100 przetrwalników tlenowych/g, przy czym liczba ta zwiększa się wraz z wydłużaniem okresu przechowywania surowca [14, 15, 18]. Mikroorganizmami, które zidentyfikowano podczas badań własnych mąki były bakterie z rodzaju *Bacillus* i ich endospory, ale ich liczba nie przekroczyła dopuszczalnych norm wartości. Jednocześnie stwierdzono większe zanieczyszczenie bakteriami w terminie II, co było spowodowane prawdopodobnie dłuższym czasem przechowywania mąki i porą roku, w której prowadzono badania.

Mąka zawierająca zbyt dużo zarodników grzybów może spowodować wtórne zakażenie **pieczywa**. Porażenie grzybami jest zazwyczaj widoczne po dwóch dniach przechowywania chleba, zwłaszcza w sprzyjających dla ich rozwoju warunkach (wilgotność względna powietrza powyżej 70% przy temperatu-

rze 20÷30°C). Najczęstsze zmiany na chlebie wywołują drożdże *Endomyces fibuliger* i grzyby pleśniowe *Monilia variabilis*, *Monilia sitophila*, *Oidium aurantiacum* i *Thamnidium aurantiacu* [2, 18, 19, 20]. Wyniki uzyskane w badaniach własnych chleba mieszanego oraz pieczywa czerstwego wykazały zanieczyszczenie grzybami pleśniowymi z rodzaju *Penicilium sp.* oraz *Rhizopus sp.* Ich liczba nie przekroczyła dopuszczalnej normy, ale wpłynęła na obniżenie jakości i trwałości produktu.

W produktach zbożowych może pojawić się również szereg wad spowodowanych rozwojem niepożądanego mikroflory bakteryjnej. Szczególnie niebezpieczne jest zanieczyszczenie pieczywa bakteriami z rodzaju *Bacillus* i *Serratia*. Gatunki *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *B. megaterium* i *B. mesentericus* są przyczyną śluzowacenia i ciągliwości chleba, które pojawiają się zwykle 1÷2 dni po wypieku, a czasem już po kilku godzinach. Rozwój *Serratia marcescenes* w pieczywie ujawnia się w postaci czerwonych plam miększu (krwistość cheba) powstających w następstwie odkładania czerwonego barwnika prodigiozyny [14, 15, 19].

W badaniach własnych ze świeżego pieczywa mieszanego wyizolowano gatunki *Bacillus laterosporius* i *B. subtilis* a w chlebie czerstwym stwierdzono obecność *Bacillus subtilis* i *B. licheniformis*. Prawdopodobnym pierwotnym źródłem zanieczyszczenia było wykorzystywanie do produkcji żuru czerstwego, skażonego pieczywa pochodzącego ze zwrotów, co jest niekiedy praktykowane. W obu tych produktach przeprowadzone badania wykazały obecność *Bacillus subtilis*. Powodem zakażenia pieczywa laseczką ziemniaczaną może być przeprowadzanie wypieku chleba w zbyt niskiej temperaturze oraz dłuższy czas studzenia. Jeżeli proces studzenia chleba odbywa się w podwyższonej wilgotności i pieczywo jest ściśnięte w plastikowych pojemnikach następuje uaktywnienie endospor i rozwój form wegetatywnych bakterii [9, 10, 14]. Stwierdzenie obecności w chlebie mieszanym wymienionych gatunków bakterii *Bacillus* mogło być także spowodowane obecnością w mące endospor, które przetrwały proces wypieku. Z przeprowadzonej analizy ilościowej wynika jednak, że bakterie występujące w mące były eliminowane w czasie procesu technologicznego, bowiem produkt finalny (chleb mieszany) był mniej zanieczyszczony, niż użyty do jego produkcji surowiec (mąka pszenna typ 750 i żytnia typ 720).

Zakłady produkujące żywność, świadome ryzyka zagrożenia zdrowotnego powinny zadbać o odpowiednie bezpieczeństwo, począwszy od wnikliwej analizy jakości surowca przeznaczonego do produkcji, poprzez cały proces technologiczny, aż do momentu pakowania i magazynowania produktu gotowego. Wdrożone procedury GMP (Good Manufacturing Practice – Dobra Praktyka Produkcyjna), GHP (Good Hygiene Practice – Dobra Praktyka Higieniczna) oraz system HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point – Analiza Za-

groźni i Krytyczne Punkty Kontroli) zapewniają monitorowanie toku produkcyjnego. Zalecenia dotyczące mycia i dezynfekcji, higieny personelu, przyjęcia surowców, badania wody, magazynowania, zabezpieczania zakładu przed szkodnikami, itp. są zawarte w instrukcji GMP/GHP. Dokumentację systemu HACCAP stanowią: opis produktu, dla którego system jest wdrażany, schemat blokowy procesu produkcji, arkusz analizy zagrożeń wraz ze sposobami ich opanowania oraz ustaleniem priorytetu zagrożeń, arkusz wyznaczenia krytycznych punktów kontroli (CCP), arkusz monitorowania i działań korygujących w CCP oraz pętla kontroli jakości dla każdego CCP [7, 8, 16, 17].

Jedną z metod weryfikacji wdrożonego systemu HACCAP są badania mikrobiologiczne. W celu stwierdzenia efektywności kontroli zagrożeń najczęściej przeprowadza się badania surowca, gotowego produktu, przypraw i dodatków oraz badania czystości linii produkcyjnych, maszyn, sprzętu oraz rąk pracowników. Identyfikacja potencjalnych zagrożeń na wszystkich etapach łańcucha od pozyskania, przetworzenia, dystrybucji, aż do konsumpcji jest podstawą do ustalenia krytycznych punktów kontrolnych (CCP).

Na podstawie wyników uzyskanych w badaniach własnych wyznaczono punkty krytyczne, które okazały się źródłem zanieczyszczeń mikrobiologicznych wykrytych w surowcu i produkcie gotowym:

#### **CCP 1 – magazynowanie surowców**

Czynnikami wpływającymi na jakość mąki podczas magazynowania jest temperatura pomieszczenia ( $20\pm 30^{\circ}\text{C}$ ), wilgotność (nie może przekraczać 70%) i długość okresu przechowywania. Temperatura pomieszczenia magazynowego gdzie przechowywano mąki wynosiła  $24\pm 26^{\circ}\text{C}$ , a wilgotność powietrza 60%. Warunki były, zatem prawidłowe, co potwierdziły badania wilgotności surowca, która nie przekroczyła dopuszczalnej normą wartości krytycznej. Monitorowany magazyn służy jednak do przechowywania zarówno worków z mąką, jak i zwrotów pieczywa czerstwego wykorzystywanych do produkcji żuru. Jest to nieprawidłowe i może być przyczyną skażeń drobnoustrojami przechowywanej mąki, a w konsekwencji wpływać na jakość produktów gotowych. Szczególnie groźne mogą być mikroorganizmy i ich formy przetrwalne, które są odporne na temperatury towarzyszące procesom technologicznym i nie ulegają eliminacji [1, 13, 15].

#### **CCP 2 – sporządzenie ciasta**

W procesie tym (temperatura od  $28\pm 30^{\circ}\text{C}$ ) następuje połączenie wszystkich składników, co sprzyja zasiedleniu surowców przez mikroorganizmy znajdujące się w otoczeniu i ich dalszemu rozwojowi. W zakładzie poddanym ocenie stwierdzono zanieczyszczenie zarówno powietrza, jak i wody z wodociągów miejskich. Wyizolowana z powietrza i wody mikroflora była także obecna w badanym surowcu i w gotowym produkcie, czyli nie została ona wy-

eliminowana w poszczególnych etapach procesu technologicznego [1, 5]. Źródłem wykrytych skażeń mogło być zarówno zanieczyszczenie mikrobiologiczne i nieprawidłowe działanie systemu wentylacyjnego piekarni, jak i zaniedbań z zakresu higieny (mycie, dezynfekcja). Bardzo ważne jest w tym względzie usunięcie z powierzchni np. kranów biofilmu (warstwy zanieczyszczeń z drobnoustrojami), który często jest przyczyną przedostawania się drobnoustrojów do wody i tą drogą do ciągu produkcyjnego [6].

#### CCP 3 – wypiek pieczywa

Ryzyko zagrożenia wynika z nieprawidłowej temperatury wypieku oraz czasu wypieku. Temperatura w piecu wynosi 260°C. Niższa temperatura może sprzyjać rozwojowi mikroorganizmów. Czas wypieku jest istotnym czynnikiem wpływającym na mikroflorę produktu gotowego. Odpowiedni czas wypieku to 20 min UT [5, 6]. Obecność w gotowym produkcie – świeżym chlebie, jak i pieczywie czerstwym bakterii z rodzaju *Bacillus* oraz ich endospor mogło wynikać z nieprawidłowej temperatury wypieku, która spowodowała aktywację form przetrwalnych wykrytych drobnoustrojów.

#### CCP 4 – pakowanie

Ryzyko zagrożenia wynika głównie z nieprawidłowego wystudzenia pieczywa, ponieważ w opakowaniach może dojść do zaparowania produktu gotowego. Wpływa to na zakażenie wtórne *Bacillus subtilis* bądź na rozwój zarodników pleśni, które z otoczenia przedostały się do produktu [3, 10].

## 5. Wnioski

1. Skażenie mikrobiologiczne powietrza było wyższe w pierwszym terminie badań, zwłaszcza w pomieszczeniach do przygotowania żuru. Liczba bakterii występujących w powietrzu nie przekroczyła wartości krytycznych, natomiast skażenie mikroflorą grzybową przekroczyło dopuszczalne wartości.
2. Wykorzystywana w zakładzie woda w I terminie badań była wyższa od dopuszczalnej normy, natomiast w terminie II spełniała wymagania, jakim powinna odpowiadać woda do celów spożywczych. W wodzie nie stwierdzono obecności *Escherichia coli*, bakterii z grupy coli i bakterii typu kałowego.
3. Zanieczyszczenia mąki pszennej i żytniej mikroflorą bakteryjną było większe w II terminie badań, a więc surowca dłużej przechowywanego. W zbadanym materiale (surowcu i w produkcie finalnym) dominowały bakterie z rodzaju *Bacillus sp.* Ilość wyizolowanych bakterii nie przekroczyła dopuszczalnej normy.
4. Dominującą mikroflorą grzybową były grzyby pleśniowe z rodzaju *Rhizopus* i *Penicillium*.

## Literatura

1. **Ambroziak Z.:** *Piekarnictwo i ciastkarstwo*. WSiP, Warszawa 1992.
2. **Diowksz A.:** *Biokonserwacja pieczywa dzięki zastosowaniu zakwasu*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 04, 2004.
3. **Górny R.L.:** *Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych*. Podstawy i metody oceny środowiska pracy, nr 3 (41), 17-39, 2004.
4. **Jarosz K.:** *Nasz chleb codzienny – czyli o ciastach mieszanych*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 3, 58-59, 1998.
5. **Jarosz K.:** *Wypiek pieczywa*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 9, 34-35, 1999.
6. **Kosek-Paszkowska K., Morzyk K.:** *System HACCAP. Prawdy i Mity*. Laboratorium, nr 3, 2007.
7. **Kowal K.:** *Mikrobiologia Techniczna*. WPL, Łódź 2000.
8. **Kosek-Paszkowska K., Morzyk K.:** *System HACCAP a laboratorium mikrobiologiczne*. Laboratorium, nr 6, 2006.
9. **Kownacki J., Gubała W.:** *Przyczyny rozwoju i czynniki zapobiegające występowaniu w pieczywie lasecznika ziemniaczanego (*Bacillus subtilis*)*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 5, 10-11, 2006.
10. **Kownacki J.:** *Od wypieku do punktu sprzedaży, czyli wpływ zabiegów powypiekowych na jakość pieczywa*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 5, s. 36, 2007.
11. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
12. **Staszewska E., Piesiewicz H.:** Cz. I. *Tradycyjne wytwarzanie ciast żytnich i mieszanych*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 11, 8-13, 2005.
13. **Thompson J.M., Dodd C.E.R., Waites W.M.:** *Spoilage of bread by Bacillus*. Int. Biodeter. Biodegr., 32, 55-66, 1993.
14. **Trojanowska K.:** *Zagrożenia ze strony mikroflory występującej na ziarnie zbożowym i w jego przetworach*. Przegląd Zbożowo-Młynarski, nr 2, 9-12, 2002.
15. **Turlejska H.:** *HACCP – system zapewniający jakość*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 11, 10-11, 1999.
16. **Turlejska H., Szponar L., Pilzner U.:** *HACCP w systemie bezpieczeństwa żywności i ochrony zdrowia*, PWN Warszawa, 2000.
17. **Tyburcy A.:** *Substancje szkodliwe w ziarnie zbóż i mące*. Przegląd Zbożowo-Młynarski, nr 11, 16-17, 2006.
18. **Wójcik-Stopczyńska B., Jakubowska B.:** *Mikrobiologiczne badanie ziarna pszenicy i mąk pszennych*. Przegląd Zbożowo-Młynarski, nr 10, 2-4, 2004.
19. **Żakowska Z.:** *Mikotoksyny w zbożu i produktach zbożowych oraz ich biodegradacja*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 6, 4-6, 1999.
20. Normy:  
Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. PN-89/Z-04111/02, PN-89/Z-04111/03  
Mąka pszenna PN-91-A-74022.  
Pieczywo mieszane PN-93-A-74103.

Wyroby i półprodukty ciastkarskie, Badania mikrobiologiczne PN-A-74102.  
Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby bakterii metodą płyt-  
kową. PN-75/C-04620/02

## Technological Aspects of Bread Baking with Assessment of Critical Points in Microbiological Contamination

### Abstract

Bread belongs to the perishable products where unfavorable changes may occur right away after baking. These processes are connected both with a partial loss of a moisture in a stale bread (with no participation of microbes) and with development of bacteria, mould and yeast. Maintenance of a good microbiological quality of a bread connects with a use of a flour free of microbiological impurities with consistency with recipes of a dough preparation and keeping a proper baking process and storing conditions.

The aim of the work was an assessment of a risk occurring on a production line of bread made from a mixed rye and wheat flour. A particular attention was given to an assessment of microbiological contaminations occurring in raw and final product as well as an analysis of hazards on a base of HACCP system and determination of Critical Points was elaborated. In the work a dangers resulted with presence of bacteria and toxins-produced fungi is presented. A general contamination and a dominant microflora in bread made from a mixed flour in fresh and stale state, in rye and wheat flour, in air, in water and in fermented flour was examined. The examination were performed in two time dates and at two incubation temperatures, 37 and 55°C for bacteria and 22°C for fungi. On the base of the performed examinations the critical points, which may be a source of microbiological contamination were determined.

Water used in the bakery in the 1<sup>st</sup> date of investigations was higher than admissible standards, but in the 2<sup>nd</sup> date of investigations it fulfilled standards, for drinking water. There was no *Escherichia coli*, no bacteria of coli group and no bacteria of faeces type determined in the water.

Contamination of wheat flour and rye flour with bacteria microflora was higher in the 2<sup>nd</sup> day of investigations, that is material stored for a longer period of time. In the examined material (raw material and final product) bacteria of *Bacillus sp* type were dominating. Amount of isolated bacteria did not exceeded admissible values.

Dominating fungi microflora were mould fungi of *Rhizopus* and *Penicillium* type.