

EWA CZERWIŃSKA, WOJCIECH PIOTROWSKI

Katedra Biologicznych Podstaw Rolnictwa
Politechnika Koszalińska

OCENA RYZYKA ZANIECZYSZCZENIA MIKROBIOLOGICZNEGO W PIEKARNI Z UWZGLĘDNIENIEM PROCESU WYTWARZANIA PIECZYWA ŻYTNIEGO

Streszczenie. Pieczywo jest jednym z produktów, w których zmiany wpływające niekorzystnie zarówno na wygląd, jak i na smak gotowego wyrobu mogą się pojawiać tuż po wypieku. Pogorszenie jakości spożywczej chleba może być spowodowane zbyt szybkim jego czerstwieniem lub rozwojem bakterii, pleśni i drożdży. Szczególne znaczenie ma utrzymanie dobrej jakości mikrobiologicznej pieczywa. Możliwe jest to wtedy, kiedy w procesie wypieku jest stosowana mąka bez zanieczyszczeń mikroorganizmami, ciasto przygotowuje się zgodnie z recepturą, przestrzega się zalecanego czasu wypieku oraz zachowuje higieniczne warunki przechowywania. Celem niniejszej pracy była ocena ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego w piekarni z uwzględnieniem procesu wytwarzania pieczywa żytniego jasnego. Przeprowadzono ocenę zanieczyszczeń mikrobiologicznych występujących w surowcach i produkcie finalnym (chleb żytni jasny). Uzyskane wyniki badań stały się podstawą do wyznaczenia Krytycznych Punktów Kontrolnych. W pracy przedstawiono zagrożenia wynikające z obecności bakterii i grzybów toksynotwórczych. Badania przeprowadzono w dwóch terminach oraz w dwóch temperaturach inkubacji dla bakterii: 37 i 55°C, a dla grzybów – w temperaturze inkubacji 22°C.

Słowa kluczowe: mąka żytnia, zakwas, chleb żytni, chleb czerstwy

Wstęp

Wzrastająca w społeczeństwie świadomość konieczności zdrowego odżywiania się spowodowała, że podniosło się spożycie ciemnych gatunków chleba, a szczególnie chleba żytniego. Badania zaprezentowane w niniejszej pracy dotyczą produkcji pieczywa żytniego jasnego. Z danych statystycznych wynika, że w latach 2002-2005 średnie spożycie tego pieczywa wzrosło z 0,18 do 0,27 kg na osobę miesięcznie, przy czym zmniejszyło się spożycie popularnego chleba mieszanego – z 5,10 do 4,56 kg na osobę

miesięcznie. Ogólne spożycie wszystkich gatunków chleba również miało w tym czasie tendencję spadkową: z 6,33 zmniejszyło się do 5,84 kg na osobę miesięcznie (PACHNICKI 2006).

Kryterium oceny pieczywa w zakresie jego wartości handlowej wiąże się z kontrolą jakości surowców oraz wyrobu gotowego, 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, wentylacji, warunków atmosferycznych oraz uszkodzeń i zabrudzeń wyrobu gotowego) wpływa na wartość spożywczą chleba. Uczestnictwo Polski w UE obliguje do przestrzegania rozporządzeń dotyczących higieny artykułów spożywczych, stąd cały łańcuch technologiczny – od pola uprawnego do produktu końcowego – powinien być objęty kontrolą jakościową HACCP (TURLEJSKA i IN. 2000).

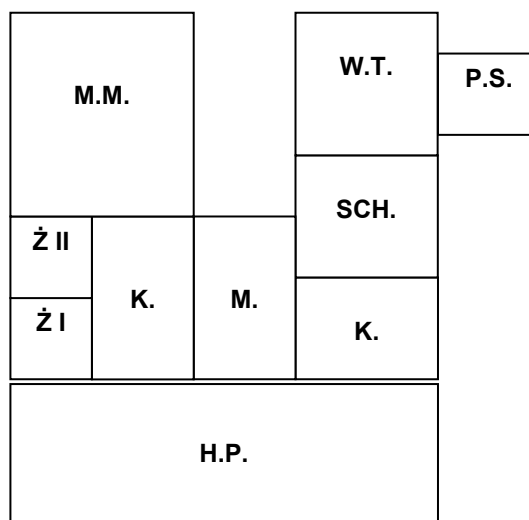
Badania ujęte w normie jakościowej PN-A-74101:1992 wymieniają ocenę organoleptyczną pieczywa na zasadzie oceny punktowej (PN-A-74108:1996). Badania fizykochemiczne oraz mikrobiologiczne wykonuje się zgodnie z normami czynnościowymi powoływanymi w normach podmiotowych. Podstawę oceny jakości produktu zbożowego stanowią badania mikrobiologiczne (TURLEJSKA 1999).

Pieczywo należy do produktów nietrwałych i niekorzystne zmiany zaczynają się w nim pojawiać bezpośrednio po wypieku. Pogorszenie jakości spożywczej chleba może być spowodowane zbyt szybkim jego czerstwieniem lub rozwojem bakterii, pleśni i drożdży. Szczególne znaczenie ma utrzymanie dobrej jakości mikrobiologicznej pieczywa. Możliwe jest to wtedy, kiedy w procesie wypieku jest stosowana mąka bez zanieczyszczeń mikroorganizmami, ciasto przygotowuje się zgodnie z recepturą, przestrzega się zalecanego czasu wypieku oraz zachowuje higieniczne warunki przechowywania (FIK 2004, TROJANOWSKA 2002).

Celem niniejszej pracy była ocena ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego w piekarni z uwzględnieniem procesu wytwarzania pieczywa żytniego jasnego. Szczególną uwagę skierowano na ocenę zanieczyszczeń mikrobiologicznych występujących w surowcach i produkcie finalnym (chleb żytni jasny). Uzyskane wyniki badań stały się podstawą do wyznaczenia Krytycznych Punktów Kontrolnych, które mogą być źródłem zanieczyszczeń mikrobiologicznych na linii produkcyjnej chleba żytniego jasnego.

Material i metody

Próbki materiału pobrano w dwóch terminach: 08.12.2006 roku i 21.03.2007 roku w jednej z piekarni na terenie Koszalina. Zakład wyposażony jest w urządzenia i drobny sprzęt piekarski. Wyposażenie hali produkcyjnej to młyniarki do przygotowania ciasta oraz stoły do obróbki ręcznej ciasta pszennego, mieszanego i żytniego. W hali znajduje się także automatyczna linia do produkcji ciasta pszennego oraz komory rozrostowe, piece obrotowe i komorowo-hertowe. Urządzenia i sprzęt pomocniczy stanowią osiewacze mąki, wagi, rogalikarki, dzielarki, wózki z aparatami załadowniczymi do pieców komorowych, wózki do pieców obrotowych oraz krajalnice. Konstrukcje maszyn i urządzeń wykonane są ze stali nierdzewnej oraz stali kwasoodpornej. Piekarnia korzysta z wody z wodociągów miejskich. W budynku wydzielone są następujące pomieszczenia (rys. 1):



Rys. 1. Schemat piekarni
Fig. 1. Bakery scheme

- M.M. – magazyn mąki; temperatura wynosi 24-26°C, a wilgotność powietrza 60%; w tym magazynie znajdują się palety, na których są ułożone worki z mąką, przechowywane są zwroty wykorzystywane do produkcji żuru.
- M. – magazyn mąki i dodatków; temperatura w nim wynosi 24-26°C, a wilgotność powietrza 60%; w tym magazynie znajdują się palety z mąką, regały na dodatki do pieczywa (np. słonecznik, mak, soja) oraz chłodziarka na startery i drożdże.
- Ż I, Ż II – pomieszczenia do produkcji żuru nr I i II, małe i bez okien,
- H.P. – hala produkcyjna, w której mają miejsce takie czynności zmechanizowane i zautomatyzowane, jak: mieszanie surowców, tworzenie się ciasta, rozrost ciasta, dzielenie i formowanie kęsów, garowanie i wypiek pieczywa; pomieszczenie jest duże i ma dwa okna,
- K. – korytarz; w piekarni znajdują się dwa korytarze łączące schładzalnię i magazyn mąki z halą produkcyjną,
- SCH. – pomieszczenie, w którym pieczywo stygnie, znajdują się tu wózki taśmowe z pieczywem wyjętym z pieca; w tym pomieszczeniu znajduje się również krajalnica do chleba oraz pakowarka foliowa,
- W.T. – pomieszczenie służące do wydawania towaru, tu znajdują się drzwi wejściowe do budynku; w tej części zakładu odbywa się wydawanie towaru odbiorcy oraz przyjmowanie tzw. zwrotów, czyli pieczywa, które nie zostało sprzedane bądź zostało uszkodzone podczas transportu,
- P.S. – pomieszczenie socjalne, biuro.

Skontrolowano czystość mikrobiologiczną:

- **powietrza** w magazynie mąki, hali produkcyjnej zmechanizowanej i zautomatyzowanej i miejscu schładzania pieczywa; czystość mikrobiologiczną powietrza

oceniono metodą sedymentacji według normy PN-ISO-7218/1998; zakres oznaczeń podstawowych dotyczył ogólnej liczby bakterii mezofilnych w 1 m³ powietrza, 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) badano zgodnie z normami PN-EN ISO 9308/2004 i PN-ISO 6222/2004,
- **mąki żytniej typu 720** (przechowywanej w workach w magazynie mąki); próbki pobrano zgodnie z normą PN-A-74104:1986 w ilości 250 g, a badanie wykonano zgodnie z normą PN-A-74032:2003,
- **zakwasu** – półproduktu do prowadzenia ciasta żytniego metodą trójfazową; próbkę pobrano i zbadano zgodnie z normą PN-A-74102:1999,
- **pieczywa żytniego jasnego** wyprodukowanego w nocy, schłodzonego i zapakowanego w folię; do badań wzięto losowo wybrane bochenki chleba ostudzone, z których przygotowano próbki do badań zgodnie z normą PN-A-74104:1986,
- **pieczywa czerstwego żytniego jasnego** pochodzącego ze zwrotów lub źle wypieczonego (zdeformowanego); do badań pobrano losowo wybrane bochenki chleba, z których następnie przygotowano próbki do badań zgodnie z normą PN-A-74104:1986.

Badania mikrobiologiczne zostały wykonane zgodnie z normą PN-A-74102:1999. Ocenę czystości mikrobiologicznej badanych surowców i produktów wykonano, stosując posiewy rozcieńczonych próbek metodą zalewową Kocha (KOWAL 2000). Hodowlę wyizolowanych i zidentyfikowanych bakterii prowadzono na agarze odżywcym, a grzybów – na podłożu Sabourauda z chloramfenikolem.

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 (pływkowych, sporangialnych) i zarodników (pływkowych, sporangialnych) oraz trzonków konidialnych, zespołu konidialnego lub zarodników konidialnych. Do identyfikacji wyhodowanych drożdży zastosowano test firmy bioMerieux ID 32 C (tab. 1).

Tabela 1. Rodzaje zastosowanych podłoży i parametry hodowli
Table 1. The types of used media and breeding parameters

Podłoże	Parametry inkubacji	Mikroorganizmy
Agar odżywczy	37°C / 48 h	Mezofile
Agar odżywczy	55°C / 48 h	Termofile
Agar odżywczy	37°C / 72 h	Przetrwalniki
Podłoże Endo	44°C / 48 h	<i>Escherichia coli</i>
Agar Sabourauda z chloramfenikolem	20°C / 5 dni	Grzyby i drożdże

Wyniki

Przeprowadzona analiza ilościowa skażeń mikrobiologicznych (tab. 2) wykazała, że zanieczyszczenie powietrza bakteriami w poszczególnych pomieszczeniach piekarni było niewielkie, a dominującą mikroflorę stanowiły bakterie rodzaju *Bacillus*. Liczba bakterii w poszczególnych pomieszczeniach wykryta w terminach I i II wynosiła odpowiednio: w magazynie mąki – $1,8 \times 10^2$ i $2,4 \times 10^2$ jtk/m³, w hali produkcyjnej – $2,2 \times 10^2$ i 4×10^2 jtk/m³, w schładzalni – $3,6 \times 10^2$ i $2,3 \times 10^2$ jtk/m³. Liczba wyizolowanych mikroorganizmów kształtowała się na bezpiecznym poziomie. Nie zostały przekroczone wartości dopuszczalne cytowanych norm dla powietrza pomieszczeń produkcyjnych, czyli: $7,5 \times 10^2$ – $1,0 \times 10^7$ jtk/m³ (GÓRNY 2004).

Badania czystości powietrza w kierunku obecności grzybów wykonane w I terminie wykazały duże zanieczyszczenie. Wyhodowano grzyby rodzaju *Rhizopus*, a ich liczba (przerost płytek hodowlanych) zdecydowanie wskazuje na przekroczenie wartości dopuszczalnych. W II terminie badań liczba wyizolowanych grzybów była w monitorowanych pomieszczeniach na bezpiecznym poziomie. Grzyby rodzaju *Rhizopus* wykryto w hali produkcyjnej ($3,1 \times 10^2$ jtk/m³) i w schładzalni ($2,5 \times 10^2$ jtk/m³).

Badania wody czerpanej z wodociągów miejskich wykazały w obu terminach badań obecność zanieczyszczeń mikroflorą bakteryjną. Wykryta w terminie I w wodzie liczba bakterii ($6,7 \times 10^2$ jtk/cm³) nie przekroczyła dopuszczalnej wartości $1,0 \times 10^2$ jtk/cm³ (ROZPORZĄDZENIE... 2007). Również liczba bakterii zidentyfikowana w terminie II ($7,9 \times 10^2$ jtk/cm³) mieściła się w zakresie wartości dopuszczonych normą.

Bakteryjne zanieczyszczenie mąki żytniej typu 720 wykryto w obu terminach. Wyizolowano zarówno bakterie mezofilne (I termin – $8,0 \times 10^2$ jtk/g, II termin – $7,2 \times 10^2$ jtk/g), jak i termofilne (odpowiednio: $1,0 \times 10^2$ jtk/g, $0,5 \times 10^2$ jtk/g). W terminie I nie stwierdzono form przetrwalnych bakterii, natomiast w terminie II zidentyfikowano je w ilości $2,0 \times 10^2$ jtk/g. W obu terminach stwierdzono także obecność grzybów ($1,0 \times 10^2$ jtk/g, $3,2 \times 10^2$ jtk/g).

Skażenie mikrobiologiczne zakwasu kształtowało się na wyższym poziomie niż mąki żytniej. Liczba komórek vegetatywnych bakterii mezofilnych w obu terminach badań była zbliżona i wyniosła odpowiednio: $4,4 \times 10^2$ i $3,0 \times 10^2$ jtk/g. W I terminie badań wykryto również endospory ($3,3 \times 10^2$ jtk/g). Liczba grzybów była w terminie I większa ($1,4 \times 10^2$ jtk/g) niż w terminie II ($3,7 \times 10^2$ jtk/g).

W pieczywie żytnim jasnym w I terminie badań wyizolowano $3,1 \times 10^2$ jtk/g bakterii mezofilnych i endospory w ilości $1,5 \times 10^2$ jtk/g. W II terminie wykryto jedynie formy vegetatywne bakterii w ilości $1,6 \times 10^2$ jtk/g. W obu terminach wyhodowano bakterie termofilne (odpowiednio: $1,8 \times 10^2$ i $0,5 \times 10^2$ jtk/g). Obecność grzybów w chlebie stwierdzono na poziomie: $2,6 \times 10^2$ jtk/g i $5,0 \times 10^2$ jtk/g odpowiednio w terminach I i II.

Skażenie bakteriami mezofilnymi wykazane w przypadku pieczywa czerstwego było następujące: w terminie I – formy vegetatywne: $5,1 \times 10^2$ jtk/g, endospory: $5,7 \times 10^2$ jtk/g, a w terminie II – formy vegetatywne: $3,0 \times 10^2$ jtk/g, endospory: $1,4 \times 10^2$ jtk/g. W obu terminach zaobserwowano również nieco większe zanieczyszczenie grzybami niż pozostałymi mikroorganizmami ($1,5 \times 10^2$ jtk/g, $1,5 \times 10^2$ jtk/g).

Przeprowadzone badania jakościowe mikroflory bakteryjnej (tab. 3) wykazały, że zarówno w I, jak i w II terminie badań w powietrzu badanych pomieszczeń dominowały

Tabela 2. Analiza ilościowa zanieczyszczeń mikrobiologicznych
 Table 2. Quantity evaluation of microbiological contamination

Badany materiał	I termin – grudzień		II termin – marzec	
	mikroorganizmy	liczba	mikroorganizmy	liczba
Magazyn mąki		jtk/m³		jtk/m³
	Bakterie	1,8 × 10	Bakterie	2,4 × 10
	Grzyby	Przerost	Grzyby	Przerost
Powietrze w hali produkcyjnej		jtk/m³		jtk/m³
	Bakterie	2,2 × 10 ²	Bakterie	4 × 10
	Grzyby	Przerost	Grzyby	3,1 × 10
Powietrze w schładzalni		jtk/m³		jtk/m³
	Bakterie	3,6 × 10	Bakterie	2,3 × 10
	Grzyby	Przerost	Grzyby	2,5 × 10
Woda z wodociągów miejskich		jtk/cm³		jtk/cm³
	Bakterie	6,7 × 10	Bakterie	7,9 × 10
	Grzyby	–	Grzyby	–
Mąka żytnia typu 720		jtk/g		jtk/g
	Bakterie mezofilne	8,0 × 10	Bakterie mezofilne	7,2 × 10 ²
	Bakterie termofilne	1,0 × 10	Bakterie termofilne	0,5 × 10
	Przetrwalniki	–	Przetrwalniki	2,0 × 10
	Grzyby	1,0 × 10	Grzyby	3,2 × 10 ²
Zakwas		jtk/cm³		jtk/cm³
	Bakterie mezofilne	4,4 × 10 ²	Bakterie mezofilne	3,0 × 10 ²
	Bakterie termofilne	3,4 × 10	Bakterie termofilne	0,5 × 10
	Przetrwalniki	3,3 × 10	Przetrwalniki	–
	Grzyby	1,4 × 10 ²	Grzyby	3,7 × 10
Pieczywo żytnie		jtk/g		jtk/g
	Bakterie mezofilne	5,1 × 10	Bakterie mezofilne	1,0 × 10
	Bakterie termofilne	1,8 × 10	Bakterie termofilne	0,5 × 10
	Przetrwalniki	0,7 × 10	Przetrwalniki	–
	Grzyby	2,6 × 10 ²	Grzyby	5,0 × 10
Pieczywo czerstwe		jtk/g		jtk/g
	Bakterie mezofilne	5,1 × 10	Bakterie mezofilne	3,0 × 10
	Przetrwalniki	5,7 × 10	Przetrwalniki	1,4 × 10
	Grzyby	1,5 × 10 ²	Grzyby	1,5 × 10

Tabela 3. Analiza jakościowa mikroflory bakteryjnej i grzybowej
Table 3. Quality evaluation of bacterial and fungi microflora

Badany materiał	I termin – grudzień	II termin – marzec
Magazyn mąki	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Rhizopus</i> sp.	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Rhizopus</i> sp.
Powietrze w hali produkcyjnej	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Rhizopus</i> sp.	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Rhizopus</i> sp.
Powietrze w schładzalni	<i>Bacillus lentus</i> <i>Rhizopus</i> sp.	<i>Bacillus lentus</i> <i>Rhizopus</i> sp.
Mąka żytnia typu 720	<i>Bacillus laterosporus</i> <i>Rhizopus</i> sp.	<i>Bacillus laterosporus</i> <i>Bacillus lentus</i> <i>Rhizopus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp.
Woda	<i>Bacillus lentus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
Zakwas – ciasto	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Rhizopus</i> sp.	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Penicillium</i>
Pieczywo żytnie	<i>Bacillus laterosporus</i> <i>Penicillium</i> sp.	<i>Bacillus laterosporus</i> <i>Penicillium</i> sp.
Pieczywo czerstwe	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Penicillium</i> sp.	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus licheniformis</i> <i>Penicillium</i> sp.

bakterie gatunków *Bacillus megaterium* (wyizolowano w magazynie mąki, w hali produkcyjnej, w schładzalni) oraz *Bacillus lentus* (wyizolowano w schładzalni). W terminie I we wszystkich pomieszczeniach stwierdzono obecność grzybów rodzaju *Rhizopus* w ilości niepoliczalnej ze względu na przerost płytek hodowlanych, natomiast w terminie II ilość wyhodowanych grzybów, również rodzaju *Rhizopus*, była na poziomie dopuszczalnym.

W wodzie z wodociągów miejskich stwierdzono w terminie I bakterie *Bacillus lentus*, a w terminie II *Bacillus lentus* i *Bacillus subtilis*. Nie stwierdzono występowania ani bakterii *Escherichia coli*, ani grzybów.

Badania jakościowe mikroflory bakteryjnej surowca (mąki żytniej typ 720), półproduktu (zakwasu) i produktu gotowego (chleba żytniego i czerstwego) wykazały obecność bakterii *Bacillus* sp. Liczba stwierdzonych w terminie I w mące żytniej komórek wegetatywnych gatunku *Bacillus laterosporus* wynosiła w temperaturze testowania 37 i 55°C odpowiednio $8,0 \times 10$ i $0,1 \times 10$ jtk/g. Nie stwierdzono form przetrwalnych bakterii. W surowcu wyhodowano także w I terminie grzyby rodzaju *Rhizopus* (przerost płytki przez kolonię grzyba). W terminie II wyizolowano z mąki (temperatura inkubacji 37°C) *Bacillus laterosporus* ($3,9 \times 10^2$ jtk/g) z endosporami ($2,0 \times 10$ jtk/g) oraz *Bacil-*

lus lentus ($3,3 \times 10^2$ jtk/g), a w temperaturze inkubacji 55°C także *Bacillus lentus* w ilości $0,2 \times 10$ jtk/g. W terminie II zidentyfikowane zostały, oprócz grzybów rodzaju *Rhizopus*, także grzyby rodzajów *Aspergillus* ($5,5 \times 10$ jtk/g) i *Penicillium* ($4,0 \times 10$ jtk/g).

W zakwasie florę bakteryjną w I terminie badań stanowiły formy wegetatywne i przetrwalne *Bacillus subtilis*, przy czym ich ilość w temperaturze testowania 37°C wynosiła odpowiednio: $4,4 \times 10^2$ i $3,3 \times 10$ jtk/cm³. W terminie II wyhodowano jedynie formy wegetatywne *Bacillus subtilis* ($3,4 \times 10^2$ jtk/cm³). W temperaturze testowania 55°C w obu terminach badań również wyrosły bakterie *Bacillus subtilis* w ilości odpowiednio: $1,5 \times 10$ oraz $0,1 \times 10$ jtk/cm³. Wyhodowane w terminie I grzyby rodzaju *Rhizopus* zarosły podłoża hodowlane, a w terminie II stwierdzono obecność grzybów rodzaju *Penicillium* w ilości $3,0 \times 10$ jtk/cm³.

Chleb żytni zawierał bakterie *Bacillus laterosporus*, które wystąpiły w temperaturze 37°C w ilości $3,1 \times 10^2$ jtk/g, w temperaturze zaś 55°C – w ilości $1,5 \times 10$ jtk/g. Obecnie również były formy przetrwalnikujące tego samego gatunku w ilości znacznie mniejszej; $0,7 \times 10$ jtk/g. Stwierdzono obecność grzybów rodzaju *Penicillium* w ilości $3,0 \times 10$ jtk/g. W terminie II w badanym materiale stwierdzono obecność bakterii *Bacillus laterosporus* w ilości $1,5 \times 10^2$ jtk/g (temperatura inkubacji 37°C) i $0,1 \times 10$ jtk/g (temperatura inkubacji 55°C), nie stwierdzono form przetrwalnych bakterii. Testy wykazały obecność grzybów rodzaju *Penicillium* w ilości $3,0 \times 10$ jtk/g.

W pieczywie czerstwym w terminie I zidentyfikowano *Bacillus subtilis* i jego formy przetrwalne (odpowiednio: $5,1 \times 10$ i $5,7 \times 10$ jtk/g), a w terminie II *Bacillus subtilis* i *Bacillus licheniformis* (odpowiednio: $3,0 \times 10$ i $1,4 \times 10$ jtk/g). W obu terminach wyhodowano grzyby rodzaju *Penicillium* w ilości odpowiednio $1,0 \times 10$ i $2,0 \times 10$ jtk/g.

Dyskusja

Ocena stanu sanitarno-higienicznego przeprowadzona w piekarni obejmowała badanie zanieczyszczeń mikrobiologicznych powietrza, wody, surowca, półproduktu i produktów z linii produkcyjnej wypieku pieczywa żytniego jasnego.

Zminimalizowanie mikroflory zanieczyszczającej halę produkcyjną w przedsiębiorstwach produkujących żywność i posiadających wdrożony system HACCP wiąże się z koniecznością posiadania odpowiednich szatni dla personelu, śluz przed halą produkcyjną oraz systemem wentylacji pomieszczeń. Kontrola parametrów zanieczyszczenia **powietrza** w pomieszczeniach piekarni (pomimo posiadania powyższych zabezpieczeń) wykazała obecność mikroorganizmów, zarówno bakterii, jak i grzybów pleśniowych w magazynie mąki, w hali produkcyjnej i w schładzalni. Z przeprowadzonych badań wynika, iż zanieczyszczenie bakteriami było w obu terminach na bezpiecznym poziomie i nie przekroczyło wartości krytycznych normy PN-89/Z-04111/02. Dopuszczalna ogólna liczba bakterii dla pomieszczeń produkcyjnych (przemysłowych) wynosi $6,0 \times 10^2 - 1,0 \times 10^7$ jtk/m³ (GÓRNY 2004, KOSEK-PASZKOWSKA i MORZYK 2006).

Niepokojące jest natomiast bardzo duże zanieczyszczenie mikroflorą grzybową powietrza w pomieszczeniach badanych w terminie I. Całkowite zarośnięcie podłoża hodowlanych, utrudniające dokładną ocenę ilościową, zdaje się wskazywać, że skażenie grzybami zdecydowanie przekroczyło dopuszczalne wartości. Dozwolony poziom tego

zanieczyszczenia w pomieszczeniach produkcyjnych wynosi $5,0 \times 10 - 1,0 \times 10^2$ jtk/m³ (PN-89/Z-04111/03). Należy sądzić, iż tak silne zanieczyszczenie mogło być spowodowane nieprawidłowym funkcjonowaniem systemu wentylacyjnego w czasie wykonywania badań i przyczyniło się do zanieczyszczenia surowców i produktów w monitorowanej piekarni. Podczas badań w II terminie liczba wyizolowanych grzybów nie przekroczyła wartości krytycznych normy, czyli system wentylacyjny działał należycie.

Specyfika produkcji artykułów spożywczych, w tym pieczywa, wymusza duże zużycie **wody**, której stan mikrobiologiczny ma wpływ na czystość i higienę wszystkich etapów procesu technologicznego. Używanie wody skażonej drobnoustrojami powoduje łatwe przenoszenie jej zanieczyszczeń do surowców, półproduktów, dodatków i opakowań, stąd inwestycje w infrastrukturę zakładów poprzez podnoszenie standardów sanitarnych i technicznych staje się wymogiem. Wykryta podczas przeprowadzania badań własnych w wodzie liczba bakterii (w terminie I i II odpowiednio: $6,7 \times 10$ i $7,9 \times 10$ jtk/cm³) nie przekroczyła wartości dopuszczonych normą dla wody z wodociągów sieciowych, zgodnie bowiem z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. (ROZPORZĄDZENIE... 2007) liczba ta nie może być większa niż $1,0 \times 10^2$ jtk/cm³. Nie stwierdzono też obecności bakterii *Escherichia coli*, bakterii typu kałowego i innych bakterii z grupy coli. Można przyjąć, że duża liczba bakterii wykrytych w wodzie była prawdopodobnie spowodowana wadliwą instalacją wodociągową lub zanieczyszczeniem zaworów wylewowych, skąd pobierane były próby (GÓRNY 2004).

Naturalna mikroflora **ziarna** składa się w 90% z saprofitycznych bakterii, wśród których są gramujemne pałeczki *Pseudomonas herbicola*, *Pseudomonas fluorescens*, gram – dodatnie bakterie rodzajów *Micrococcus* i *Lactobacillus* oraz laseczki przetrwalnikujące rodzaju *Bacillus*. Obecność tych ostatnich może stanowić zagrożenie dla surowca i przetworów zbożowych. Do bakterii potencjalnie chorobotwórczych, mogących skażać ziarno, zalicza się gramujemne pałeczki rodzajów *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 wymiera i ich ilość spada nawet do 1000 komórek w 1 g (TYBURCY 2006).

Procesem, który ogranicza trwałość pieczywa, jest jego pleśnienie. Ten rodzaj psucia się jest częstszy niż zmiany powodowane przez bakterie, a powodem są grzyby pleśniowe, których dynamiczny rozwój zachodzi w magazynach zbożowych i silosach. Silosy zbożowe należy systematycznie kontrolować, szczególnie w okresie występowania wysokich temperatur. Ziarno ze względu na swoją kapilarno-porowatą budowę odznacza się m.in. higroskopijnością, tj. zdolnością pochłaniania lub wydzielania pary wodnej. Proces ten jest ściśle uzależniony od wilgotności względnej i temperatury powietrza otaczającego ziarno (JANOWICZ 2006). Nieodpowiednie warunki termiczno-wilgotnościowe przechowywania ziarna, a także jego wilgotność przekraczająca 13,5%, przyczyniają się do wzrostu grzybów, z których najbardziej niebezpieczne są rodzaje: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*. Wydzielają one toksyczne metabolity – mikotoksyny przenikające do ziarna, a w konsekwencji do mąki (WÓJCIK-STOPCZYŃSKA i JAKUBOWSKA 2004, ŻAKOWSKA 1999).

Jakość każdej **mąki** będącej surowcem do produkcji pieczywa zmienia się w zależności od czasu przechowywania. Mąka zużywana na bieżąco i składowana w silosach (tak dzieje się zwykle w większych piekarniach) nie zmienia swej jakości. Niekiedy zdarza się jednak, że pojedyncze worki z mąką pozostają w pomieszczeniach magazynowych piekarni dłużej od innych (przez nieuwagę) i może to być przyczyną problemów z wypiekami, dłuższy bowiem okres składowania mąki, zwłaszcza przechowywanej w workach, w nieodpowiednich warunkach temperatury i wilgotności względnej powietrza i np. w pobliżu pomieszczeń produkcyjnych może spowodować pogorszenie jej wartości wypiekowych na skutek rozwoju pleśni (ROTHKAEHL 2007). Grzyby pleśniowe występujące w mące są reprezentowane najczęściej przez rodzaje *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*, jak również gatunki rodzajów *Cladosporium* i *Alternaria*. Ich rozwój może nastąpić przy wilgotności mąki powyżej 15% i skutkuje zmianą cech organoleptycznych, wzrostem kwasowości i utratą właściwości wypiekowych spowodowaną pogorszeniem jakości glutenu (TROJANOWSKA 2002). 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 – $4,0 \times 10^3$ jtk/g. Dominujące były grzyby pleśniowe rodzajów *Penicillium*, *Rhizopus* i *Aspergillus*.

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 jest występowanie laseczek rodzaju *Bacillus* oraz ich form przetrwalnych. Przyjmuje się, że dobra mąka powinna zawierać nie więcej niż 100 przetrwalników tlenowych w 1 g, przy czym liczba ta zwiększa się wraz z wydłużaniem okresu przechowywania surowca (KOWNACKI i GUBAŁA 2006, TYBURCY 2006, WÓJCIK-STOPCZYŃSKA i JAKUBOWSKA 2004). Mikroorganizmami, które zidentyfikowano podczas badań własnych mąki, były bakterie rodzaju *Bacillus* i ich endospory, ale ich liczba nie przekroczyła dopuszczalnych wartości. Większe zanieczyszczenie bakteriami w II terminie badań było spowodowane prawdopodobnie warunkami, w jakich były przechowywane worki z mąką, i porą roku, w której prowadzono badania. Podczas pobierania próbek do badań stwierdzono podwyższoną temperaturę w magazynie mąki oraz zaduch wskazujący na brak przewietrzania pomieszczenia.

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 temperaturze 20-30°C). Najczęstsze zmiany na chlebie wywołują drożdże *Endomyces fibuliger* i grzyby pleśniowe *Monilia variabilis*, *Monilia sitophila*, *Oidium aurantiacum* i *Thamnidium aurantiacum* (KOWNACKI 2007, STASZEWSKA i PIESIEWICZ 2005). Wyniki uzyskane w badaniach własnych chleba żytniego oraz pieczywa czerstwego wykazały zanieczyszczenie grzybami pleśniowymi *Penicillium* sp. oraz *Rhizopus* sp. Ich liczba nie przekroczyła dopuszczalnej normy, ale wpłynęła na pogorszenie jakości i trwałości produktu. Podczas przechowywania chleba żytniego w temperaturze 22°C zaobserwowano zapleśnienie w trzecim dniu badania.

W produktach zbożowych może pojawić się również szereg wad spowodowanych rozwojem niepożądanego mikroflory bakteryjnej. Szczególnie niebezpieczne jest zanieczyszczenie pieczywa bakteriami rodzajów *Bacillus* i *Serratia*. Gatunki *Bacillus subtilis*

lis, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium* i *Bacillus mesentericus* są przyczyną śluzowacenia i ciągliwości miękiszu chleba, które pojawiają się zwykle jeden-dwa dni po wypieku, a czasem już po kilku godzinach. Rozwój form wegetatywnych bakterii z endospor zachodzi podczas wypieku chleba w zbyt niskiej temperaturze oraz w wyniku stosowania dłuższego czasu studzenia. Rozwój *Serratia marcescens* w pieczywie ujawnia się w postaci czerwonych plam miękiszu (krwistość chleba) powstających w następstwie odkładania się czerwonego barwnika prodigiozyny (KOWNACKI i GUBAŁA 2006, KOWNACKI 2007, THOMPSON i IN. 1993).

W badaniach własnych ze świeżego pieczywa żytniego wyizolowano gatunki *Bacillus laterosporus* i *Bacillus subtilis*, a w chlebie czerstwym stwierdzono obecność *Bacillus subtilis* i *Bacillus licheniformis*. Gatunek *Bacillus subtilis* mógł być wprowadzony do produktu z wody i zakwasu (badania tych materiałów wykazały jego obecność).

Wysokie oczekiwania konsumentów obligują piekarzy do uzyskania i utrzymania bardzo dobrej jakości produkowanego pieczywa. Priorytetem staje się promowanie bezpieczeństwa zdrowotnego produkowanej żywności. Zagadnienie ryzyka związane z zagrożeniami mikrobiologicznymi jest szczególnie ważne. Warunkiem produkcji chleba wolnego od zanieczyszczeń mikrobiologicznych jest używanie surowców o odpowiedniej jakości i wartości technologicznej, a także dotrzymanie wymagań produkcyjnych określonych zakładowymi normami technologicznymi (HABER 2006).

Zakłady produkujące żywność, świadome ryzyka zagrożenia zdrowotnego, powinny zadbać o bezpieczeństwo na wszystkich etapach produkcji, począwszy od wnikliwej analizy jakości surowca przeznaczonego do produkcji, oraz cały proces technologiczny, aż do momentu pakowania i magazynowania produktu gotowego. Wdrożone procedury GMP – Dobra Praktyka Produkcyjna (*Good Manufacturing Practice*), GHP – Dobra Praktyka Higieniczna (*Good Hygiene Practice*) oraz system HACCP – Analiza Zagrożeń i Krytyczne Punkty Kontroli (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) 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 HACCP 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 (KOSEK-PASZKOWSKA i MORZYK 2006, 2007, TURLEJSKA 1999, TURLEJSKA i IN. 2000). Systemy zapewnienia jakości stosowane w produkcji żywności mają zapobiegać problemom zanim one wystąpią i ewentualnie umożliwiać podejmowanie działań naprawczych, aby wytworzony produkt był bezpieczny dla zdrowia (KOŁOŻYN-KRAJEWSKA 2003).

Jedną z metod weryfikacji wdrożonego systemu HACCP 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 i rąk pracowników. Identyfikacja potencjalnych zagrożeń na wszystkich etapach łańcucha produkcji od pozyskania surowca, jego przetworzenia, dystrybucji produktu, aż do konsumpcji jest podstawą do ustalenia Krytycznych Punktów Kontrolnych (CCP). Na analizę zagrożeń mikrobiologicznych składa się identyfikacja ryzyka, jego opisanie i określenie czynników mogących na nie wpływać.

Identyfikacja zagrożeń sprowadza się do określenia mikroorganizmów występujących w surowcach, jak również obecnych w czasie produkcji, przechowywania i dystrybucji (METODY... 2004).

Wyniki uzyskane w badaniach własnych przyczyniły się do ustalenia miejsc produkcji szczególnie narażonych na skażenia mikrobiologiczne i stały się podstawą do wyznaczenia Krytycznych Punktów Kontrolnych:

CCP 1 – magazynowanie surowców

Czynnikami wpływającymi na jakość mąki składowanej są m.in. temperatura pomieszczenia (najlepiej 20-30°C), wilgotność (najlepiej 50-70%) i długość okresu przechowywania, a także miejsce usytuowania magazynu na surowiec. Temperatura pomieszczenia magazynowego, gdzie przechowywano mąki w workach, wynosiła 24-26°C, natomiast wilgotność powietrza 60%. Warunki były prawidłowe. Magazyn na mąkę był usytuowany przy hali produkcyjnej. Jest to nieprawidłowe i może powodować zanieczyszczenia mąki drobnoustrojami, a w konsekwencji wpływać na jakość produktów gotowych. Szczególnie groźne mogą być mikroorganizmy i ich formy przetrwalne, które są odporne na wysokie temperatury i nie ulegają eliminacji podczas procesu produkcyjnego (AMBROZIAK 1992, WŁODARCZYK 2007).

CCP 2 – sporządzenie ciasta

W procesie sporządzania ciasta (temperatura 28-30°C) następuje połączenie wszystkich składników. Jest to moment sprzyjający zasiedleniu surowców przez mikroorganizmy znajdujące się w otoczeniu. W zakładzie poddanym ocenie stwierdzono zanieczyszczenie zarówno powietrza, jak i wody z wodociągów miejskich. Wpłynęło to prawdopodobnie na obecność mikroflory w badanym surowcu i w gotowym produkcie. Źródłem wykrytych skażeń mogło być nieprawidłowe działanie systemu wentylacyjnego piekarni (duże skażenie powietrza grzybami w I terminie badań), jak i instalacja wodna (np. biofilm – częsta przyczyna przedostawania się drobnoustrojów do wody i do ciągu produkcyjnego). Zakwas piekarski, który wymagał dodatku wody (był w formie pasty), mógł stać się źródłem zanieczyszczeń gotowych produktów (DIOWKSZ 2004, STASZEWSKA i PIESIEWICZ 2005, KOWAL 2000).

CCP 3 – pakowanie

Ryzyko zagrożenia podczas pakowania wynika głównie z nieprawidłowego wystudzenia pieczywa, ponieważ w opakowaniach może dojść do zaparowania produktu gotowego. Stwarza to warunki odpowiednie do wzrostu *Bacillus subtilis* lub rozwoju zarodników pleśni, jeśli przedostały się z otoczenia do produktu (JAROSZ 1999). Pakowanie i przechowywanie chleba w modyfikowanej atmosferze (zawartość głównie dwutlenku węgla) pozwala na przedłużenie jego trwałości i zahamowanie wzrostu drobnoustrojów (FIK 2004).

Wnioski

1. Skażenie mikrobiologiczne powietrza było większe w I terminie badań, zwłaszcza w hali produkcyjnej. Liczba bakterii występujących w powietrzu była na bezpiecznym poziomie, natomiast skażenie mikroflorą grzybową przekroczyło dopuszczalne wartości krytyczne.

2. Wykorzystywana w zakładzie woda spełniała wymagania, jakim powinna odpowiadać woda do celów spożywczych. Nie stwierdzono obecności *Escherichia coli*, bakterii z grupy *coli* i bakterii typu kałowego.

3. Zanieczyszczenia surowca, półproduktu i produktu finalnego mikroflorą bakteryjną było na poziomie bezpiecznym w obu terminach badań. Dominowały bakterie *Bacillus* sp.

4. Dominującą mikroflorą grzybową, której ilość nie przekroczyła dopuszczonej normą wartości granicznej, były grzyby pleśniowe rodzajów *Rhizopus* i *Penicillium*. Ich ilość była większa w I terminie badań.

5. Analiza ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego przyczyniła się do ustalenia Krytycznych Punktów Kontroli w monitorowanej piekarni.

Literatura

- AMBROZIAK Z., 1992. *Piekarnictwo i ciastkarstwo*. WSiP, Warszawa.
- DIOWKSZ A., 2004. Biokonserwacja pieczywa dzięki zastosowaniu zakwasu. *Przegl. Piekar. Cukiern.* 4. [<http://www.piekarnie.pl/info.php?page=art.biokonserwacja>].
- FIK M., 2004. Czerstwienie pieczywa i sposoby przedłużania jego świeżości. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 39, 2: 5-22.
- GÓRNY R.L., 2004. Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych. *Podst. Metody Oceny Środ. Pracy* 41, 3: 17-39.
- HABER T., 2006. Niektóre problemy piekarstwa oraz możliwości wykorzystania nowych surowców. Skróty wystąpienia na Seminarium zorganizowanym w Mszczonowie (17.05.2006). [http://www.ekoprodukt.pl/pliki/Wyklad_prof._Tadeusza_Habra.doc].
- JANOWICZ L., 2006. Wpływ zmian mikrobiologicznych na jakość ziarna zbóż w czasie przechowywania. *Przegl. Zboż.-Młyn.* 4: 33.
- JAROSZ K., 1999. Wypiek pieczywa. *Przegl. Piekar. Cukiern.* 9: 34-35.
- KOŁOZYŃ-KRAJEWSKA D., 2003. *Higiena produkcji żywności*. Wyd. SGGW, Warszawa.
- KOSEK-PASZKOWSKA K., MORZYK K., 2006. System HACCP a laboratorium mikrobiologiczne. *Laboratorium* 6: 19-20.
- KOSEK-PASZKOWSKA K., MORZYK K., 2007. System HACCP. Prawdy i mity. *Laboratorium* 3: 28-30.
- KOWAL K., 2000. *Mikrobiologia techniczna*. Wyd. PŁ, Łódź.
- KOWNACKI J., 2007. Od wypieku do punktu sprzedaży, czyli wpływ zabiegów powypiekowych na jakość pieczywa. *Przegl. Piekar. Cukiern.* 5: 36.
- KOWNACKI J., GUBAŁA W., 2006. Przyczyny rozwoju i czynniki zapobiegające występowaniu w pieczywie lasecznika ziemniaczanego (*Bacillus subtilis*). *Przegl. Piekar. Cukiern.* 5: 10-11.
- METODY zapewnienia jakości i bezpieczeństwa w przetwórstwie żywności. 2004. Red. D. Witrowa-Rajchert, D. Nowak. Wyd. SGGW, Warszawa.
- PACHNICKI A., 2006. Spożycie przetworów zbożowych i sytuacja w krajowym przetwórstwie zbóż. *Przegl. Zboż.-Młyn.* 1: 23-25.
- PN-75/C-04620/02. Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby bakterii metodą płytkową.
- PN-89/Z-04111/02. Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby bakterii.
- PN-89/Z-04111/03. Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby grzybów.
- PN-91-A-74022:2003. Przetwory zbożowe. Mąka pszenna.

- PN-93-A-74103:1996. Pieczywo mieszane.
PN-A-74032:2003. Przetwory zbożowe. Mąka żytnia.
PN-A-74101:1992. Pieczywo żytnie.
PN-A-74102:1999. Wyroby i półprodukty piekarskie. Pobieranie próbek i metody badań mikrobiologicznych.
PN-A-74104:1986. Pieczywo. Pobieranie próbek. Kontrola jakości.
PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
PN-EN ISO 9308/2004. Wykrywanie i oznaczanie ilościowe bakterii grupy coli.
PN-ISO 6222/2004. Określenie ogólnej liczby koloni na agarze odżywczym metodą posiewu wgłębnego.
PN-ISO 7218/1998-01-01. Czystość mikrobiologiczna powietrza. Metoda sedymentacji.
ROTHKAEHL J., 2007. Wpływ jakości mąk wypiekowych na jakość pieczywa – spojrzenie od strony młynarskiej. Przegł. Zboż.-Młyn. 11: 7.
ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. 2007. Dz.U. 61.417.
STASZEWSKA E., PIESIEWICZ H., 2005. Cz. I. Tradycyjne wytwarzanie ciast żytnich i mieszanych. Przegł. Piekar. Cukiern. 11: 8-13.
THOMPSON J.M., DODD C.E.R., WAITES W.M., 1993. Spoilage of bread by *Bacillus*. Int. Biodeterior. Biodegrad. 32: 55-66.
TROJANOWSKA K., 2002. Zagrożenia ze strony mikroflory występującej na ziarnie zbożowym i w jego przetworach. Przegł. Zboż.-Młyn. 2: 9-12.
TURLEJSKA H., 1999. HACCP – system zapewniający jakość. Przegł. Piekar. Cukiern. 11: 10-11.
TURLEJSKA H., SZPONAR L., PILZNER U., 2000. HACCP w systemie bezpieczeństwa żywności i ochrony zdrowia. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
TYBURCY A., 2006. Substancje szkodliwe w ziarnie zbóż i mące. Przegł. Zboż.-Młyn. 11: 16-17.
WŁODARCZYK W., 2007. Jakość mąki z perspektywy piekarza. Przegł. Zboż.-Młyn. 11: 8.
WÓJCIK-STOPCZYŃSKA B., JAKUBOWSKA B., 2004. Mikrobiologiczne badanie ziarna pszenicy i mąk pszennych. Przegł. Zboż.-Młyn. 10: 2-4.
ŻAKOWSKA Z., 1999. Mikotoksyny w zbożu i produktach zbożowych oraz ich biodegradacja. Przegł. Piekar. Cukiern. 6: 4-6.

EVALUATION OF THE MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION RISK IN BAKERY TAKING INTO ACCOUNT PROCESSING OF LIGHT RYE BREAD

Summary. Bread is one of those products, in which changes unfavorably influence both the appearance and may appear directly after baking. Decrease of consumption quality of bread could be caused by staling process taking place too fast or development of bacteria, mould and yeast. A special significance is ascribed to keeping good microbiological quality of bread. It is also vital to prepare dough according to its composition, to keep the baking time and apply proper sanitary storage conditions. The aim of the work was to evaluate the risk of microbiological contamination in bakery taking into account the processing of light rye bread. A particular attention was given to an assessment of microbiological contaminations occurring in raw and final product (light rye bread). Using the results Critical Control Points were elaborated. In the work dangers resulted in the presence of bacteria and toxins-produced fungi are presented. The examination was performed in two periods and at two incubation temperatures for bacteria: 37 and 55°C, and for fungi – in 22°C.

Key words: rye flour, sourdough, rye bread, stale bread

Czerwińska E., Piotrowski W., 2010. Ocena ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego w piekarni z uwzględnieniem procesu wytwarzania pieczywa żytniego. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 2, #14.

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Ewa Czerwińska, Katedra Biologicznych Podstaw Rolnictwa, Politechnika Koszalińska, ul. Racławicka 15-17, 75-620 Koszalin, Poland, e-mail: czerweva@wp.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

9.02.2010

Do cytowania – For citation:

*Czerwińska E., Piotrowski W., 2010. Ocena ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego w piekarni z uwzględnieniem procesu wytwarzania pieczywa żytniego. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 2, #14.*