



ŻYWNOSĆ

Nauka
Technologia
Jakość

Nr 4 (53)

Kraków 2007

Rok 14

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Tadeusz Sikora; tel./fax 012/ 293-50-54

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 012/ 662-51-61; 657-69-78;

e-mail: ewaslawska@wp.pl

Redaktorzy: prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, prof. dr hab. Włodzimierz Grajek, prof. dr hab. Danuta Kolożyn-Krajewska, prof. dr hab. Bogusław Król, prof. dr hab. Krzysztof Krygier, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, dr Teresa Woźniakiewicz prof. dr hab. Stefan Ziajka
Stali współpracownicy: prof. dr hab. Teresa Fortuna (Kraków), prof. dr hab. Jacek Kijowski (Poznań), dr Grażyna Morkis (Warszawa), prof. AE dr hab. inż. Stanisław Popek (Kraków), prof. dr hab. Maria Soral-Śmietana (Olsztyn)

RADA PROGRAMOWA: prof. dr Antoni Rutkowski (*przewodniczący*), dr hab. Kazimierz Dąbrowski (sekretarz), prof. dr hab. Barbara Baraniak, prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna, prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski, prof. dr hab. Józefa Chrzanowska, prof. dr hab. Janusz Czapski, prof. dr hab. Zbigniew Czarnecki, prof. dr hab. Mirosław Fik, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab. Roman A. Grzybowski, prof. dr hab. Stanisław Gwiazda, prof. dr hab. Jan Iciek, prof. dr hab. Edward Kołakowski, prof. dr hab. Henryk Kostyra, prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, prof. dr hab. Paweł P. Pisulewski, prof. dr hab. Piotr Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Zdzisław Targoński, prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, prof. dr hab. Erwin Wąsowicz

KONSULTANCI NAUKOWI: prof. dr hab. Zbigniew Duda, prof. dr hab. Adolf Horubała, prof. dr hab. Jan Kiswa, prof. dr hab. Helena Oberman

RADA KONSULTACYJNA: prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr Jerzy Jankun (USA), prof. dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr Marian Naczka (Kanada), prof. dr Jan Pokorny (Czechy), prof. dr Roman Przybyłski (Kanada), dr Andrzej Sośnicki (USA), dr Alina Surmacka-Szcześniak (USA), dr John Wojciak (Kanada)

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2007

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 700 egz.

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

tel./fax (012) 280-71-51; www.akapit.krakow.pl

e-mail: wn@akapit.krakow.pl

ŻYWNOŚĆ

Organ naukowy PTTŻ – kwartalnik

Nr 4 (53)

Kraków 2007

Rok 14

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
ROBERT DULIŃSKI: Metody identyfikacji genetyczne zmodyfikowanych organizmów w żywności	5
KRZYSZTOF SURÓWKA, IRENEUSZ MACIEJASZEK: Oddziaływania białkowo-polisacharydowe i ich praktyczne wykorzystanie	17
ZLATICA KOHAJDOVÁ, JOLANA KAROVIČOVÁ: Effect of incorporation of spelt flour on the dough properties and wheat bread quality.....	36
AGNIESZKA WÓJTOWICZ: Ocena wybranych cech jakościowych ekstrudowanych zbożowych kaszek błyskawicznych.....	46
BEATA PASZCZYK, ZOFIA ŻEGARSKA, ZBIGNIEW BOREJSZO: Skład kwasów tłuszczowych i izomerów <i>trans</i> kwasów tłuszczowych w wybranych wyrobach ciastkarskich.....	55
AGNIESZKA KITA, GRAŻYNA LISIŃSKA: Zmiany frakcji tłuszczowej i właściwości organoleptycznych frytek w zależności od warunków przechowywania	66
RENATA CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA, JACEK KIJOWSKI, EDWARD NOWAK, JAN ZABIELSKI: Wpływ temperatury na dynamikę zmian liczby bakterii w wybranych wędlinach przechowywanych w warunkach handlu hurtowego i detalicznego.....	76
GRZEGORZ SZCZEPANIK: Wpływ ekstraktów kopru, podbiału, rozmarynu, skrzypu, szalwii i tymianku na hamowanie utleniania lipidów wyekstrahowanych z tkanki mięśniowej kurcząt i indyków	89
SZYMON BRUŻEWICZ, ADAM MALICKI Stan mikrobiologiczny wybranych przypraw i przeżywalność w nich drobnoustrojów.....	99
SYLWIA BONIN, MARIA ŚLUSARSKA: Wpływ dodatku soli magnezu i wapnia do wysokocukrowych nastawów na proces fermentacji winiarskiej i przyrost biomasy drożdży	109
AGNIESZKA NAWIRSKA, ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, ALICJA Z. KUCHARSKA: Właściwości przeciwutleniające wyłoków z wybranych owoców kolorowych	120
MAŁGORZATA ZIARNO, PIOTR BARTOSZ: Wiązanie cholesterolu przez bakterie jogurtowe w modelowym soku jelitowym.....	126
GRAŻYNA MORKIS: Zakres wdrożenia GHP, GMP i HACCP w przemyśle spożywczym w 2006 roku.....	139
GRAŻYNA MORKIS, WIOLETTA KARAS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	154
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA: Współczesny leksykon wiedzy o żywności	162
STANISŁAW POPEK: Nowe książki	164
ZBIGNIEW DUDA: 53. Międzynarodowy Kongres Nauki o Mięsie i Technologii Mięsa	168
WŁODZIMIERZ BEDNARSKI, JERZY BOROWSKI: Żywność A Jakość Życia. Uwarunkowania Technologiczne, Higieniczne, Żywieniowe i Kulturowe. XXXVIII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności PAN	171
Technolog Żywności.....	176

Zamieszczone artykuły są recenzowane

Czasopismo jest referowane przez: AGRO-LIBREX, Chemical Abstracts Service i IFIS

FOOD

The Scientific Organ of Polish Food Technologists' Society (PTTŻ) – quarterly

No 4 (53)

Kraków 2007

Vol. 14

CONTENTS

From the Editor.....	3
ROBERT DULIŃSKI: Methods of identification of genetically modified organisms in foods.....	5
KRZYSZTOF SURÓWKA, IRENEUSZ MACIEJASZEK: Protein-polysaccharide interactions and their practical applications.....	17
ZLATICA KOHAJDOVÁ, JOLANA KAROVIČOVÁ: Effect of incorporation of spelt flour on the dough properties and wheat bread quality.....	36
AGNIESZKA WÓJTOWICZ: Evaluation of chosen quality parameters of extruded instant cereal grits.....	46
BEATA PASZCZYK, ZOFIA ŻEGARSKA, ZBIGNIEW BOREJSZO: Composition of fatty acids and <i>trans</i> isomers of fatty acids in fats of selected confectionery products.....	55
AGNIESZKA KITA, GRAZYNA LISIŃSKA: The effect of storage conditions on changes of fat fraction and organoleptic properties of french fries.....	66
RENATA CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA, JACEK KIJOWSKI, EDWARD NOWAK, JAN ZABIELSKI: The effect of temperature on the dynamics of changes in bacterial counts in selected sausages stored at wholesale and retail facilities.....	76
GRZEGORZ SZCZEPANIK: The influence of extracts of fennel, coltsfoot, rosemary, horsetail, sage and thyme on oxidation inhibition of lipids extracted from breast tissue of chickens and turkeys.....	89
SZYMON BRUŻEWICZ, ADAM MALICKI: The use of rye wholemeal from different cultivars in baking.....	99
ELŻBIETA SYLWIA BONIN, MARIA ŚLUSARSKA: Influence of addition of magnesium and calcium salts to high-sugar musts on the process of wine fermentation and biomass growth.....	109
AGNIESZKA NAWIRSKA, ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, ALICJA Z. KUCHARSKA: Antioxidant characteristics of pomace from different fruits.....	120
MAŁGORZATA ZIARNO, PIOTR BARTOSZ: The cholesterol binding by yoghurt bacteria in simulated intestinal juice.....	126
GRAŻYNA MORKIS: the level of GHP, GMP and HACCP system implementation in food industry in 2006 ..	139
GRAŻYNA MORKIS, WIOLETTA KARAS: Food Problems in Polish and EU Legislation.....	154
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA: Food Science Lexicon – Contemporary Terms.....	162
STANISŁAW POPEK: Book Reviews.....	164
ZBIGNIEW DUDA: 53rd International Congress of Meat Science and Meat Technology.....	168
WŁODZIMIERZ BEDNARSKI, JERZY BOROWSKI: XXXVIII Scientific Session of Food Science Committee PAN (Polish Academy of Sciences) – "Food and Quality of Life. Hygienic and Technological Conditionings.".....	171
The Food Technologist.....	176

Only reviewed papers are published

Covered by: AGRO-LIBREX and Chemical Abstracts Service and IFIS

OD REDAKCJI

Szanowni Państwo,

otrzymujecie nr 4 (53) naszego czasopisma. Z datą roku 2007 ukazą się jeszcze dwa numery. Wynika to z faktu, że nie będziemy wydawać suplementów i numerów specjalnych, a w to miejsce będziemy publikować rocznie 6 kolejnych numerów.


W ostatnich dniach listopada na stronach internetowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego została opublikowana nowa lista czasopism punktowanych – **nasze czasopismo ma nadal 4 punkty!** Jesteśmy bliscy uzyskania wyższej punktacji, ale to zależy od Państwa, publikujących w czasopismach zagranicznych i wyróżnionych w Journal Citation Reports (JCR), gdyż liczba cytowań jest uwzględniana w ocenie parametrycznej czasopism naukowych. W dobrze pojętym wspólnym interesie apelujemy do naszych Autorów: **cytujmy polskich autorów publikujących w „Żywności”** w artykułach kierowanych do czasopism zagranicznych! Zwracamy także coraz większą uwagę na cytowanie wcześniej opublikowanych artykułów w „Żywności” w pracach nadsyłanych do Redakcji. Cytowanie wcześniej opublikowanych artykułów wiążących się tematycznie z nadsyłanymi pracami będzie warunkiem *sine qua non* przyjęcia opracowania do publikacji.

Przypominamy również, że Polskie Towarzystwo Technologów Żywności jest organizacją pożytku publicznego i zachęcamy do przekazania 1% należnego podatku dochodowego na rzecz Towarzystwa.

W Nowym 2008 Roku wszystkim naszym Autorom, Czytelnikom i Przyjaciółom życzymy wszelkiej pomyślności.

Kraków, grudzień 2007 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora

Akademia Rolnicza w Lublinie

(Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością)

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

(Zakład Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności)

Polskie Towarzystwo Technologów Żywności

(Zarząd Główny i Sekcja Technologii Mięsa)

Komitet Nauk o Żywności PAN

(Komisja Jakości, Bezpieczeństwa i Promocji Żywności)

zapraszają na

III Międzynarodową Konferencję Naukową

z cyklu

Mięso w przetwórstwie i żywieniu człowieka

nt.:

**TRADYCYJNE I REGIONALNE TECHNOLOGIE
I PRODUKTY W ŻYWIENIU CZŁOWIEKA**

która odbędzie się w dniach 25-26 września 2008 r.
na terenie Akademii Rolniczej w Lublinie

Tematyka Konferencji:

1. Technologie tradycyjne w przetwórstwie i jakości żywności pochodzenia zwierzęcego.
2. Jakość zdrowotna żywności tradycyjnej i regionalnej.
3. Regulacje prawne, wymagania i ochrona produktów regionalnych i tradycyjnych – rynek, rozwój i promocja regionów.
4. Tradycja i nowoczesność, a jakość żywności pochodzenia zwierzęcego.

Informacje dotyczące Konferencji dostępne są na stronie www.ar.lublin.pl - konferencje i wydarzenia oraz na stronie www.pttz.org

Zgłoszenia uczestnictwa prosimy nadsyłać do 31.01.2008 r. na adres pocztowy lub e-mail:

dr inż. Agnieszka Latoch / dr inż. Joanna Stadnik
Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością
Akademia Rolnicza w Lublinie
20-704 Lublin, ul. Skromna 8
z dopiskiem: Konferencja
Tel.: 081 462 33 40/41 Fax: 081 462 33 45
e-mail: ktmzj@ar.lublin.pl

ROBERT DULIŃSKI

METODY IDENTYFIKACJI GENETYCZNIE ZMODYFIKOWANYCH ORGANIZMÓW W ŻYWNOŚCI

Streszczenie

W pracy przedstawiono najważniejsze metody analityczne stosowane w detekcji genetycznie zmodyfikowanej żywności. Zdecydowana większość technik polega na identyfikacji zmian w strukturze dwóch biologicznie czynnych makrocząstek: DNA oraz białek. W przypadku kwasów nukleinowych podstawowe narzędzie diagnostyczne stanowi reakcja łańcuchowa polimerazy (PCR), pozwalająca na selektywną amplifikację wybranych regionów DNA wraz z jakościową i ilościową oceną wprowadzonych modyfikacji. Reakcja PCR w czasie rzeczywistym jest obecnie uznawana za wiodącą metodę analizy zawartości genetycznie zmodyfikowanych organizmów w roślinach uprawnych i produktach żywnościowych. Na określenie modyfikacji genetycznych manifestujących się na poziomie struktury białek pozwalają testy immunoenzymatyczne polegające na selektywnym rozpoznaniu rekombinantowego białka przez specjalnie zaprojektowane przeciwciała. Jednak zarówno uproszczony wariant identyfikacji kompleksu antygen – przeciwciała na nitrocelulozowym pasku, jak i klasyczna wersja testu immunochemicznego na mikropłytkę traktowane są przede wszystkim jako metody oceny jakościowej.

Wraz z rozwojem technologii manipulacji genowych, rosnącą liczbą transformacji roślin i prawdopodobnie w niedalekiej przyszłości zwierząt, obserwowana jest tendencja do opracowania wiarygodnych testów, pozwalających na detekcję oraz analizę ilościową kilku genetycznych modyfikacji w trakcie pojedynczego oznaczenia.

Słowa kluczowe: genetycznie zmodyfikowane organizmy, reakcja łańcuchowa polimerazy, testy immunoenzymatyczne

Wprowadzenie

Od połowy lat 90. XX w., czyli od momentu wprowadzenia na rynek przez firmę Calgene pierwszego produktu żywnościowego będącego rezultatem genetycznej modyfikacji – pomidora Flavr Savr™ – obserwuje się rosnące zainteresowanie technologią DNA żywności. Inżynieria genetyczna jest implementowana do rolnictwa, przemysłu spożywczego i paszowego celem poprawienia użytkowych cech roślin uprawnych

(tolerancja na herbicydy, odporność na choroby i szkodniki), poprawienia technologicznych właściwości w trakcie przechowywania i obróbki (twardość owoców) czy też ulepszenia sensorycznych i funkcjonalnych cech produktów żywnościowych (jakość skrobi, zawartość witamin i aminokwasów) (tab. 1) [1, 2, 3, 7].

Tabela 1

Przykłady modyfikacji stosowanych w uprawach roślin oraz produkcji GM żywności.
Examples of modifications applied to transgenic crops and production of GM food.

Opis modyfikacji Modification description	Korzyści dla rolnika lub konsumenta Benefits for farmer or consumer	Przykłady roślin uprawnych i produktów żywnościowych Examples of transgenic crops and food
Wprowadzenie genu podwyższającego próg tolerancji na środki chwastobójcze np. glifosat Introduction of a gene increasing tolerance level for herbicides i.e. glyphosate	zwiększona odporność na herbicydy increased herbicide tolerance	soja Roundup® Ready, Roundup® Ready soy
Wprowadzenie genu <i>cry</i> pochodzącego z <i>Bacillus thuringiensis</i> kodującego bakteryjną endotoksynę perforującą układ trawienny owada Introduction of the <i>cry</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> encoding bacterial endotoxin degrading insect digestive system	ochrona przed szkodnikami protection against insects pests	ziemniaki NewLeaf™, kukurydza Bt176, Bt11 NewLeaf™ potato, Bt176, Bt11 corn
Wprowadzenie genów kodujących enzymy odpowiedzialne za wczesne etapy biosyntezy β -karotenu, pochodzących z żonkila i bakterii <i>Erwinia uredovora</i> Introduction of genes encoding enzymes for early stages of β -carotene biosynthesis derived from daffodil and bacteria <i>Erwinia uredovora</i>	wzrost zawartości prowitaminy A increased provitamin A content	„Złoty ryż” Golden Rice
Ograniczenie biosyntezy enzymu poligalaktouronazy odpowiedzialnego za mięknięcie owoców Decreased polygalactouronase biosynthesis, the enzyme responsible for fruit ripening	wydłużenie okresu przechowywania i przydatności do spożycia elongated shelf-life and consumption period	pomidory Flavr Savr™ Flavr Savr™ tomato

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1, 3, 7, 24] / Source: according to the published data [1, 3, 7, 24].

Niezależnie od obaw, jakie wzbudzają rozwiązania polegające na rekombinacji DNA, wydaje się, że zarówno z perspektywy zwolenników, jak i przeciwników genetycznie zmodyfikowanych organizmów (GMO) istotnym problemem jest ustalenie

wiarygodnych i powszechnie akceptowanych metod identyfikacji GMO. Prawo konsumenta do wyboru pomiędzy naturalnym produktem a efektem manipulacji genetycznej jest realizowane przez odpowiedni system znakowania żywności, zaś zgodnie z rozporządzeniem UE nr 1829/2003 maksymalna zawartość GMO w nieoznakowanych produktach nie może przekraczać 0,9% [27, 29].

W 1999 r. Unia Europejska w ramach Wspólnego Centrum Badawczego (JRC, ang. Joint Research Centre) zainicjowała tworzenie sieci wyspecjalizowanych laboratoriów analizujących GMO (ENGL, ang. European Network of GMO Laboratories). Do projektu przystąpiły również polskie jednostki badawcze m.in. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzionkowie, Państwowy Instytut Weterynaryjny w Puławach czy inspekcje podległe Głównemu Inspektoratowi Sanitarnemu (Białystok, Tarnobrzeg i in.). Celem tych placówek jest współpraca i wymiana poglądów, opracowanie i walidacja skutecznych metod jakościowej i ilościowej oceny żywności genetycznie zmodyfikowanej [14].

Metody detekcji GMO w żywności

Białka i kwasy nukleinowe to dwa typy makromolekuł specyficznych dla genetycznych modyfikacji, których analiza może potwierdzić obecność GMO w żywności. Modyfikacja jest inicjowana na poziomie DNA i polega na wprowadzeniu do istniejącego zestawu genów nowej sekwencji zapewniającej np. odporność rośliny na herbicydy. Ta zmiana w sensie fenotypowym objawia się poprzez biosyntezę nowego białka zakodowanego we wprowadzonej sekwencji DNA.

W przypadku białek zasadniczą techniką stosowaną do identyfikacji jest test immunoenzymatyczny ELISA (ang. enzyme linked immunosorbent assay). Zmiany na poziomie sekwencji DNA monitorowane są poprzez reakcję łańcuchową polimerazy PCR (ang. polymerase chain reaction), powszechnie stosowaną technikę biologii molekularnej, pozwalającą na detekcję określonych fragmentów DNA wprowadzonych do genomu badanej rośliny. Spotykane są również połączenia obu metod tzw. PCR-ELISA i należy je traktować bardziej jako komplementarne niż wykluczające się analizy [20].

Testy immunoenzymatyczne

Zestawy analityczne bazują na wykorzystaniu przeciwciał selektywnych wobec określonego – w tym przypadku genetycznie zmodyfikowanego (GM) białka – i następującej po rozpoznaniu antygeny reakcji barwnej. Tego rodzaju oznaczenia są powszechnie stosowane i akceptowane w wielu aplikacjach dotyczących kontroli obecności witamin, antybiotyków, patogenów czy też substancji specyficznych w produktach żywnościowych [4, 17]. W celu opracowania testu ELISA na GMO należy wyizolować rekombinantowe białko z żywności czy też rośliny uprawnej, a następnie wyprodukować

wać przeciwciała specyficzne wobec tej proteiny. Przeciwciała są najczęściej unieruchamiane na mikropłytkę i oznakowane substancją, która w trakcie analizy utworzy barwny produkt. Istnieją dwa typy testów immunochemicznych polegających na reakcji antygen–przeciwciało wykorzystywanych w detekcji GMO.

Testy paskowe

Przeciwciała skierowane wobec GM białka zostają immobilizowane na pasku nitrocelulozowym. Po zanurzeniu testera w próbówce zawierającej ekstrakt roślinnej tkanki z transgenicznym białkiem następuje utworzenie kompleksu z częścią przeciwciał znakowanych barwnym reagentem. Kompleks białkowy dzięki porowatej membranie wędruje do jednego z przeciwległych końców paska, który ma dwie strefy. Jedną z nich jest specyficzna dla kompleksu przeciwciało–rekombinantowe białko, a druga dla niezwiązanych przeciwciał znakowanych tylko barwnikiem. O pozytywnym wyniku próby decyduje obecność dwóch barwnych linii: kontrolnej – świadczącej o prawidłowym wykonaniu oznaczenia oraz testowej – potwierdzającej obecność GMO. Powszechnie stosowane są testy na obecność bakteryjnej endotoksyny z *Bacillus thuringensis* oraz białka sojowego CP4 EPSPS [2].

Testy mikropłytkowe

Oznaczenie odbywa się na mikropłytkę titracyjnej z usuwalnymi 8-12 studzienkowymi paskami, na której unieruchomione są przeciwciała skierowane wobec GM białka. W zasadniczej wersji kompleks przeciwciało – antygen może być wizualizowany przez użycie drugiego przeciwciała skoniugowanego z enzymem przeprowadzającym reakcję chromogenną. Procedura obejmuje często kilka etapów „opłaszczania” oraz przemywania substancji immobilizowanych na dnie studzienek. Ostatecznym potwierdzeniem obecności GMO jest reakcja barwna, której intensywność – w przypadku dysponowania standardami o znanej zawartości GMO – jest podstawą do ilościowego oznaczenia białka. Przykładowy limit detekcji białka sojowego CP4 EPSPS wynosi 0,25% w przypadku nasion i 1,45% - produktów mięsnych [18].

Metody immunoenzymatyczne mają jednak pewne wady, które nakazują traktować je raczej jako techniki jakościowe. W przypadku produktów żywnościowych podlegających skomplikowanej obróbce technologicznej można oczekiwać przynajmniej częściowej denaturacji białka, co może skutkować utratą powinowactwa przeciwciała wobec oznaczanej proteiny. Konsekwencją selektywności reakcji ELISA jest ograniczenie stosowania określonego zestawu tylko i wyłącznie do jednego typu zmodyfikowanego białka, ponadto wątpliwości budzi trudny do oszacowania wpływ odmiany rośliny, fazy wzrostu, rodzaju tkanki i warunków polowych na wynik oznaczenia [1]. Jednak w przypadku analizy DNA również nie można wykluczyć fragmentacji docelowego materiału wskutek termicznej obróbki produktów, ponadto wydajność izolacji

kwasów nukleinowych z takich wysoko przetworzonych próbek, jak np. olej rafinowany, nie zawsze pozwala na uzyskanie wystarczającej ilości matrycy [5].

Techniki PCR

Rozwinięta, w drugiej połowie lat 80. XX w., reakcja łańcuchowej syntezy fragmentów DNA umożliwia selektywną amplifikację wybranych regionów DNA i stała się w przypadku detekcji GMO zasadniczą techniką diagnostyczną [9, 16, 18, 19, 22]. Materiałem docelowym jest w tym przypadku kwas deoksyrybonukleinowy, który należy wyizolować przy użyciu określonej procedury uzależnionej od charakteru próbki. Zalecane są protokoły z zastosowaniem detergentu jonowego bromku heksadecylo-trimetyloamoniowego (CTAB) lub też gotowych komercyjnych zestawów do izolacji polegających często na selektywnym związaniu, a następnie elucji kwasu nukleinowego na minikolumnie wypełnionej żelem krzemionkowym [23]. Wydajność izolacji uzależniona jest od stopnia przetworzenia żywności, zdecydowanie większą efektywność uzyskuje się w przypadku oczyszczania DNA z wyjściowych roślin uprawnych [5]. Po uzyskaniu czystej frakcji DNA, gotowej do amplifikacji, pozostaje wybór pomiędzy dwoma zasadniczymi systemami PCR.

Konwencjonalny PCR

Ten wariant techniki PCR stosowany jest do analizy jakościowej oraz ilościowej, wskazując głównie na obecność bądź nieobecność poszukiwanych sekwencji w próbce. Finalny etap identyfikacji produktów stanowi rozdział elektroforetyczny na żelu agarozowym z dodatkiem bromku etydyny. Równocześnie z produktami PCR rozdzielane są markery mas molekularnych w celu precyzyjnego określenia wielkości amplikonu.

Podstawowy element testu skryningowego oprócz standardowych składników: oligonukleotydów, polimerazy *Taq* i matrycy DNA stanowią startery komplementarne do sekwencji DNA najczęściej wykorzystywanych w modyfikacjach genetycznych roślin (tab. 2). Powszechnie używanym promotorem do regulacji ekspresji transgenu jest promotor 35S pochodzący z wirusa mozaiki kalafiora (CaMV) i terminator genu nopalinowej syntazy (nos) występujący naturalnie w bakteriach glebowych *Agrobacterium tumefaciens* [21].

Zidentyfikowanie takiej sekwencji w finalnym produkcie PCR świadczy o zanieczyszczeniu GMO, ale nie jest to dowód ostateczny, bowiem nie daje odpowiedzi na temat charakteru wprowadzonej zmiany. Potwierdzenie może nastąpić poprzez (1) zastosowanie specyficznego trawienia enzymami restrykcyjnymi, (2) hybrydyzację z sondą DNA komplementarną wobec docelowej sekwencji lub (3) bezpośrednio zsekwencjonowanie finalnego produktu co jest zabiegiem dosyć kosztownym.

Tabela 2

Startery najczęściej stosowane w skriningu żywności GM.
Primers most frequently used in screening of GM food.

Nazwa wprowadzanego fragmentu Name of introduced fragment	Przykładowa sekwencja startera (5'-3') Exemplary starter sequence (5'-3')	Rozmiar ampliconu (pz) Amplicon size (bp)	Organizm źródłowy Organism of origin	Przykłady zastosowań Typical applications
Promotor P-35S 35S promoter	AAAGATGGACC CCCACCCAC	143	wirus mozaiki kalafiora cauliflower mosaic virus, CaMV	kukurydza Bt11, kukurydza MON810, kukurydza T25, pomidory Flavr Savr™, soja Roundup Ready™, ziemniaki B33-inv, Bt11 corn, MON810 corn, T25 corn, Flavr Savr™ tomato, Roundup Ready™ soy, B33-inv potato
Terminator genu syntazy nopaliny nos3 Nopaline synthase gene terminator nos3	CTGTTGCCGGT CTTGCGATGAT	189	bakterie glebowe <i>Agrobacterium tumefaciens</i> soil bacteria <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	kukurydza Bt11, kukurydza MON810, pomidory Flavr Savr™, pomidory NEMA 28F Bt11 corn, MON810 corn, Flavr Savr™ tomato, NEMA 28F tomato

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1, 7] / Source: according to the published data [1, 7]

Przykładem systemu polegającego na wykorzystaniu tzw. sekwencji granicznych specyficznego dla kukurydzy MON810 jest kombinacja promotora 35S CaMV i regionu hsp70 ekson1/intron1, które są odpowiednio konstytutywną sekwencją regulatorową i sekwencją białka szoku cieplnego stosowaną w celu uzyskania zwiększonego poziomu transkrypcji [21].

Ilościowy kompetywny PCR

W tej metodzie o parę identycznych primerów współzawodniczą: cząsteczka DNA o znanym stężeniu oraz docelowa sekwencja DNA. Fragmenty DNA konkurują ze sobą w serii reakcji, w których ilość jednego ze składników utrzymywana jest na stałym poziomie, podczas gdy zawartość drugiego jest sukcesywnie zwiększana. Zaletą tego wariantu reakcji łańcuchowej polimerazy (QC-PCR, ang. quantitative competitive

PCR) jest przeprowadzenie reakcji przy jednoczesnej obecności standardu oraz matrycy DNA w jednej próbówce.

W przypadku występowania inhibitorów PCR w tym samym stopniu wpływają one na obniżenie wydajności reakcji standardu, jak i badanego fragmentu DNA [16]. Procedura składa się z następujących etapów:

1. Koamplifikacja wewnętrznego standardu oraz badanej sekwencji DNA.
2. Rozdzielenie produktów przy zastosowaniu elektroforezy na żelu agarozowym w obecności bromku etydyny.
3. Analiza densytometryczna żelu.
4. Określenie zawartości docelowej sekwencji DNA oraz standardu poprzez analizę regresji.

Podstawę analizy ilościowej stanowi wyznaczenie punktu równoważności (ang. equivalence point), w którym końcowe stężenia produktów amplifikacji obu konkurujących fragmentów DNA są równe. Następuje to poprzez skonstruowanie wykresu przedstawiającego zależność $\log(X_n/C_n)$ od $\log C_n$ (gdzie X_n stanowi stężenie molowe produktu amplifikacji docelowego DNA, C_n stężenie konkurenta, uzyskane po n cyklach amplifikacji i C_0 – różnicę początkowego stężenia konkurującego DNA wprowadzonego do mieszaniny reakcyjnej w stosunku do końcowego produktu). Jeśli wydajności amplifikacji docelowego oraz współzawodniczącego DNA (E_x oraz E_c) są identyczne, to rozwiązanie równania (1) stanowi linia prosta.

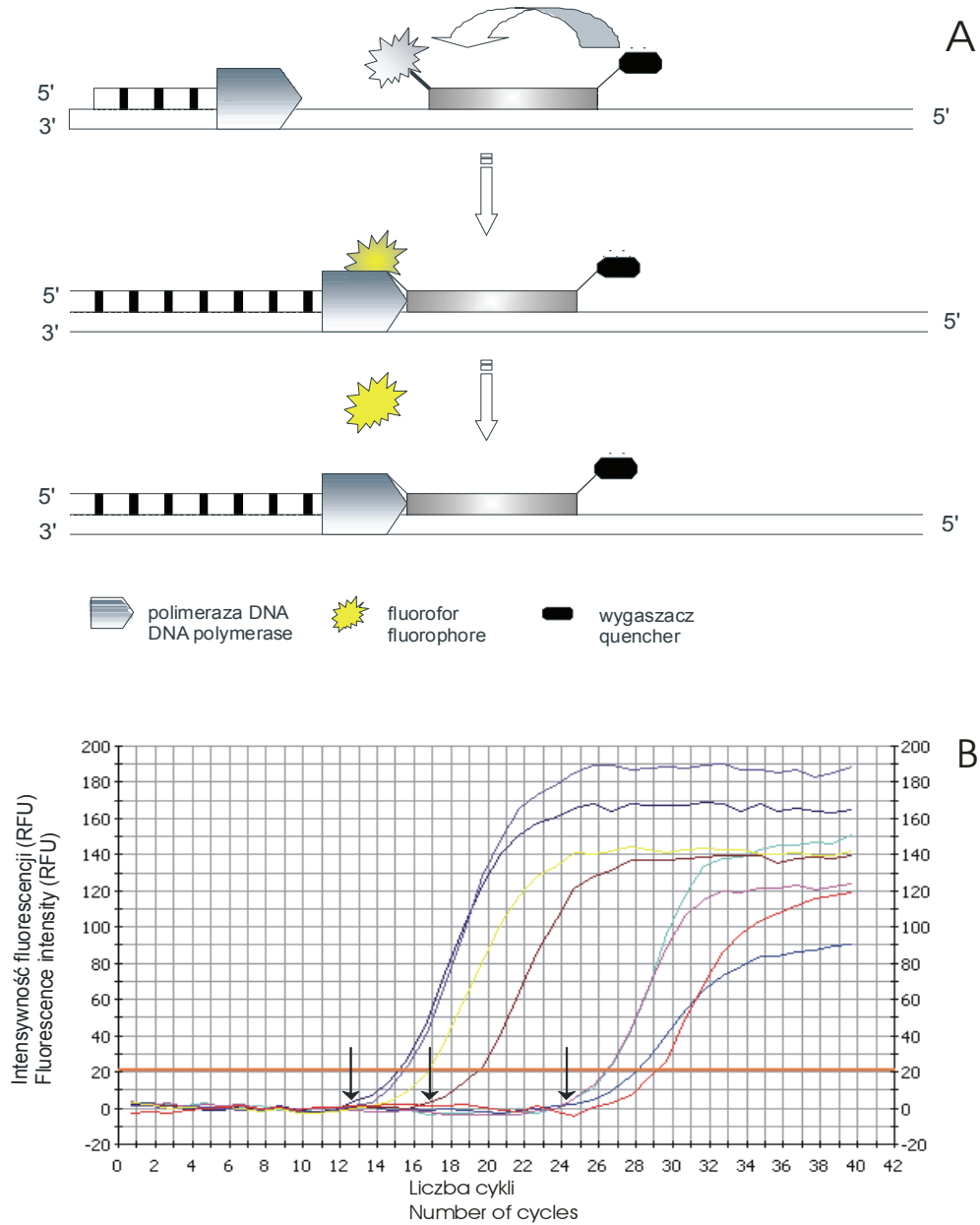
$$\log(X_n/C_n) = \log X_0 - \log C_0 + n \cdot \log[(1 + E_x)/(1 + E_c)] \quad (1)$$

W takim przypadku możliwe jest obliczenie ilości docelowej sekwencji DNA na podstawie znanego stężenia konkurenta (C_0) w punkcie równoważności.

PCR w czasie rzeczywistym

Ta alternatywna wersja PCR (ang. Real-Time PCR) pozwala na ilościową analizę dzięki aparaturze monitorującej przyrost powielanej sekwencji w trakcie kolejnych cykli reakcji. Detekcja produktów amplifikacji może być realizowana przez zastosowanie:

- 1) barwników fluorescencyjnych interkalujących się w sekwencji DNA np. Sybr Green[™] [11, 13],
- 2) sond hybrydacyjnych komplementarnych do powielanej matrycy DNA wywodzących się z technologii rezonansowego przeniesienia energii FRET (ang. fluorescence resonance energy transfer) [7],
- 3) sond podlegających hydrolitycznej degradacji np. TaqMan[™] lub specyficznie oddziaływujących z ampikonem np. startery Scorpion czy systemu Molecular Beacons[™] [6, 28].



Rys. 1. PCR w czasie rzeczywistym. (A) Schemat działania sond TaqMan™. (B) Kinetyka reakcji RT-PCR, strzałkami oznaczono wartości C_T przykładowych produktów amplifikacji.

Fig. 1. Real time PCR. (A) Outline of action of TaqMan™ probes. (B) Kinetics of RT-PCR, C_T parameters for hypothetical amplification products are marked by arrows.

Źródło: opracowanie i badania własne / Source: based on own study

Najczęściej stosowany jest ostatni wariant i oprócz standardowych składników reakcji PCR zawiera on primer połączony z barwnikiem fluorescencyjnym oraz wygaszczem (rys. 1A). Zlokalizowany w bliskim sąsiedztwie fluorofora (0,1 -1 nm) wygaszcz tłumi jego emisję światła do momentu aż w trakcie wydłużania nici, wskutek egzonukleazowej aktywności polimerazy DNA, fluorofor nie zostanie odłączony od sondy. Systematyczny wzrost fluorescencji w trakcie kolejnych cykli PCR będzie wprost proporcjonalny do komplementarności powielanych sekwencji DNA wobec startera – sondy.

Analiza ilościowa możliwa jest dzięki wyznaczeniu parametru C_T , punktu na krzywej amplifikacji oznaczającego numer cyklu, kiedy sygnał emitowany przez sondy molekularne jest już wykrywany przez system detektorów (rys. 1B). Jego wartość jest odwrotnie proporcjonalna do wyjściowej liczby kopii powielanej sekwencji. System umożliwia zróżnicowanie pomiędzy specyficznymi i niespecyficznymi produktami reakcji PCR dzięki hybrydyzacji z sondami lub analizie krzywej topnienia produktów [13]. Niespecyficzne, krótsze sekwencje mają tendencje do topnienia w znacznie niższej temperaturze w stosunku do specyficznych produktów reakcji PCR [26].

RT-PCR przy wykorzystaniu certyfikowanych standardów GMO zyskał powszechną akceptację w skali światowej i jest w chwili obecnej uznawany za najbardziej dokładną metodę analizy GM żywności. Dodatkowe zalety techniki to minimalne ryzyko krzyżowej kontaminacji dzięki przeprowadzeniu etapu amplifikacji oraz detekcji w pojedynczej próbówce oraz krótki czas analizy [5]. Pewnym ograniczeniem w stosunku do QC-PCR jest jednak koszt aparatury oraz sond molekularnych.

Inne warianty PCR i alternatywne techniki identyfikacji GMO

Sukcesywne poszerzanie zestawu manipulacji genowych stanowi impuls do poszukiwania wszechstronnych technik detekcji. Odpowiedzią na takie zapotrzebowanie jest zwiokrotniony PCR (ang. multiplex PCR), pozwalający na jednoczesną amplifikację kilku docelowych sekwencji w pojedynczej reakcji PCR [13, 30]. Ta pozornie prosta koncepcja sprawia trudności techniczne związane z kompromisowymi warunkami amplifikacji, gwarantującymi wydajność tak szerokiego spektrum primerów. Niewątpliwy sukces odnieśli hiszpańscy badacze, którzy opracowali test przy użyciu systemu Sybr Green I polegający na analizie krzywych topnienia amplifikowanych sekwencji. Pozwoliło to na jednoczesne wykrycie produktów specyficznych dla kukurydzy Maximizer 176, Bt11, MON810 oraz GA 21, a także soi GTS 40-3-2 na poziomie czułości 0,1%, co stanowi realną alternatywę dla RT-PCR [13]. Inny wariant reakcji PCR to połączenie tej metody z testem immunoenzymatycznym. W tej technice biotynylowane produkty PCR są *in situ* hybrydyzowane z sondą znakowaną digoksygeniną, po czym następuje ich związanie na dnie pokrytych streptawidyną studzienek. Imobilizowane fragmenty DNA są oznaczane ilościowo testem ELISA. Dane wska-

zują, że metoda jest wiarygodna oraz wysoce powtarzalna, pozostawiając znaczne możliwości automatyzacji [20].

W przypadku klasycznego PCR wadą jest konieczność przeprowadzenia minimum dwóch etapów: PCR oraz elektroforezy żelowej niezbędnych do identyfikacji transgenów, co przy rutynowych analizach jest absorbujące czasowo. Pojawiły się zatem propozycje analizy techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej przy równoczesnej detekcji UV rozdzielonych w kolumnie produktów PCR [10]. Koncepcja znacznego obniżenia kosztów wpłynęła na zastosowanie kapilarnej elektroforezy żelowej w kombinacji z RT-PCR [8]. Na etapie rozwoju są testy wykorzystujące mikro-macierze DNA, piezoelektryczne biosensory czy też spektrometrię masową [12, 18, 25].

Podsumowanie

Na przestrzeni ostatnich kilku lat klasyczne procedury PCR zyskały status podstawowego narzędzia diagnostycznego w analizie genetycznie zmodyfikowanej żywności. Jakkolwiek wzrastająca liczba roślinnych transformacji, nowych GM szczepów mikroorganizmów potencjalnie obecnych w rolnictwie i przemyśle żywnościowym stanowi impuls do opracowania wszechstronnych, ukierunkowanych na ilościową analizę technik. Istotne znaczenie ma nie tylko metoda oznaczania, ale również sposób wyboru reprezentatywnej próby i stosowanie wysokiej jakości materiałów referencyjnych [15]. Aktualnie jest wiele technik wykorzystujących kombinacje amplifikacji, detekcji oraz kwantyfikacji dostępnych w analizie GMO, ale tylko nieliczne z nich spełniają surowe kryteria procesu walidacji i są akceptowane przez międzynarodowe instytucje zajmujące się kontrolą jakości produktów żywnościowych. Niezależnie od kierunku rozwoju rynku produktów zawierających GMO istnieje potrzeba opracowania metod analizy, które pozwoliłyby w sposób wiarygodny na identyfikację oraz ilościową detekcję kilku różnych GM w trakcie pojedynczego oznaczenia i w tym kierunku powinny zmierzać badania w najbliższej przyszłości.

Literatura

- [1] Ahmed F.E.: Detection of genetically modified organisms in foods. *Trends Biotechnol.*, 2002, **20**, 215-223.
- [2] Auer C.A.: Tracking genes from seed to supermarket: techniques and trends. *Trends Plant Sci.*, 2003, **12**, 591-597.
- [3] Beyer P., Al-Babili S., Ye X., Lucca P., Schaub P., Welsch R., Portykus I.: Introducing the β -carotene biosynthesis pathway into rice endosperm by genetic engineering to defeat vitamin A deficiency. *J. Nutr.*, 2002, **132**, 506S-510S.
- [4] Bonwick G.A., Smith C.J.: Immunoassays: their history, development and current place in food science and technology. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2004, **39**, 817-827.

- [5] Cankar K., Stebih D., Dreo T., Zel J., Gruden K.: Critical points of DNA quantification by real-time PCR – effects of DNA extraction method and sample matrix on quantification of genetically modified organisms. *BMC Biotechnol.*, 2006, **37**, 1-15.
- [6] Deisingh A.K., Badrie N.: Detection approaches for genetically modified organisms in foods. *Food Res. Intern.*, 2005, **38**, 639-649.
- [7] Garcia-Canas V., Cifuentes A., Gonzales R.: Detection of Genetically Modified organisms in foods by DNA amplification techniques. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2004, **44**, 425-436.
- [8] Garcia-Canas V., Cifuentes A., Gonzales R.: Highly reproducible Capillary Gel Electrophoresis (CGE) of DNA fragments using uncoated columns. Detection of genetically modified maize by PCR-CGE. *J. Sep. Sci.*, 2002, **25**, 577-583.
- [9] Greiner R., Konietzny U., Villavicencio A.L.: Qualitative and quantitative detection of genetically modified maize and soy in processed foods sold commercially in brazil by PCR-based methods. *Food Control*, 2005, **16**, 753-759.
- [10] Hayward-Lester A., Oefner P.J., Doris P.A.: Rapid quantification of gene expression by competitive RT-PCR and Ion-Pair Reversed-Phase HPLC. *BioTechniques*, 1996, **20**, 250-257.
- [11] Hernandez M., Esteve T., Prat S., Pla M.: Development of real-time PCR systems based on SYBR®Green I, Amplifluor™ and Taqman® technologies for specific quantitative detection of the transgenic maize event GA 21. *J. Cereal. Sci.*, 2004, **39**, 99-107.
- [12] Hernandez M., Fernandez S., Boyer F., Burns M., Bruderer S., Glouden T., Harris N., Kaeppli O., Philipp P., Pla M., Puigdomenech P., Vaitilingom M., Bertheau Y., Remacle J., Leimanis S.: A microarray-based detection system for genetically modified (GM) food ingredients. *Plant Mol. Biol.*, 2006, **61**, 123-39.
- [13] Hernandez M., Rodriguez-Lazaro D., Esteve T., Prat S., Pla M.: Development of melting temperature-based SYBR Green I polymerase chain reaction methods for multiplex genetically modified organism detection. *Anal. Biochem.*, 2003, **323**, 164-170.
- [14] <http://engl.jrc.it/>.
- [15] <http://www.irmm.jrc.be/html>.
- [16] Hubner P., Studer E., Luthy J.: Quantitative competitive PCR for the detection of genetically modified organisms in food. *Food Control*, 1999, **10**, 353-358.
- [17] Ibanez E., Cifuentes A.: New Analytical Techniques in Food Science. *Cit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2001, **41**, 413-450.
- [18] Kuiper H.A.: Summary report of the ILSI Europe workshop on detection methods for novel foods derived from genetically modified organisms. *Food Control*, 1999, **10**, 339-349.
- [19] Linkiewicz A., Wiśniewska I., Sowa S.: Molekularne metody wykrywania i identyfikacji organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO). *Biotechnologia*, 2006, **74**, 44-53.
- [20] Liu G., Su W., Xu Q., Long M., Zhou J., Song S.: Liquid-phase hybridization based PCR-ELISA for detection of genetically modified organisms in food. *Food Control*, 2004, **15**, 303-306.
- [21] MacCormick C.A., Griffin H.G., Underwood H.M., Gasson M.J.: Common DNA sequences with potential for detection of genetically manipulated organisms in food. *J. Appl. Microbiol.*, 1998, **84**, 969-980.
- [22] Meyer R., Candrian U.: PCR-based DNA analysis for the identification and characterization of food components. *Lebensm.-Wiss. u Technol.*, 1996, **29**, 1-9.
- [23] PN-EN ISO 21571:2006 Artykuły żywnościowe. Metody wykrywania organizmów zmodyfikowanych genetycznie i produktów pochodnych. Ekstrakcja kwasów nukleinowych.
- [24] Polak J.: Metody analizy żywności modyfikowanej genetycznie. W: *Metody pomiarowe i kontroli jakości w przemyśle spożywczym i biotechnologii – pod red. M. Jankiewicza i Z. Kędziora*. Wyd. AR w Poznaniu, Poznań 2003, s. 413-431.


- [25] Radecki J., Radecka H., Cieśla J., Tudek B.: Sensory chemiczne i biosensory w kontroli żywności zmodyfikowanej genetycznie. *Biotechnologia*, 2006, **74**, 67-79.
- [26] Ririe K.M., Rasmussen R.P., Wittwer C.T.: Product differentiation by analysis of DNA melting curves during the polymerase chain reaction. *Anal. Biochem.*, 1997, **254**, 154-160.
- [27] Rozporządzenie (WE) nr 1829/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 22 września 2003 r., dotyczące możliwości śledzenia i etykietowania organizmów zmodyfikowanych genetycznie oraz możliwości śledzenia żywności i produktów paszowych wyprodukowanych z organizmów zmodyfikowanych genetycznie. *Off. J. Eur. Commun.*, L 268, 1-23.
- [28] Tyagi S., Kramer F.R.: Molecular Beacons: Probes that fluoresce upon hybridization. *Nature Biotechnol.*, 1995, **14**, 303-308.
- [29] Ustawa o organizmach genetycznie zmodyfikowanych z dn. 22 czerwca 2001 r. Tekst ujednolicony – *Dz. U.* 2007 r. Nr 36, poz. 233).
- [30] Wang W., Fang T.J.: Development of multiplex and quantitative PCR assay to detect genetically modified Roundup Ready soybean in foods. *J. Food Drug Anal.*, 2005, **13**, 132-138.

METHODS OF IDENTIFICATION OF GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS IN FOODS

S u m m a r y

In this paper, the most important analytical methods applied in detection of genetically modified food are presented. Most of the techniques are based on identification of changes in structure of two biological active macromolecules: DNA and proteins. In case of nucleic acid, basic diagnostic tool is polymerase chain reaction (PCR), used in selective amplification of specific DNA fragments with qualitative and quantitative analysis of introduced modifications. Real-time PCR is actually established as a primary method in analysis of the contents genetically modified organisms in transgenic crops and foods. To estimate the genetic modification manifested on protein structure level there are introduced immunoenzymatic assays based on selective recognition of recombinant protein by specially designed antibody. Although simplified form with recognition of antigen-antibody complex on nitrocellulose strip and classic version of immunoenzymatic assay on microplate are mainly treated as qualitative methods.

Together with the development of genetic manipulation, numbers of plant transformations are growing and probably, in the near future also animal transformations, there is a need to establish reliable tests for detection and quantification of several genetic modifications in a single analysis.

Key words: genetically modified organisms, polymerase chain reaction, immunoenzymatic assays 

KRZYSZTOF SURÓWKA, IRENEUSZ MACIEJASZEK

ODDZIAŁYWANIA BIAŁKOWO-POLISACHARYDOWE I ICH PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE

Streszczenie

Prezentowano charakterystykę oddziaływań między białkami i polisacharydami, które wynikają ze specyficznej budowy tych biopolimerów. Omówiono wymagania dotyczące substratów oraz scharakteryzowano warunki, jakie powinny zostać spełnione, aby możliwe było powstawanie kompleksów między nimi. Określono ponadto parametry występowania termodynamicznej niekompatybilności roztworów białek i polisacharydów. W dalszej części pracy podano praktyczne implikacje, jakie potencjalnie wynikają z oddziaływań tych makrocząsteczek. Opisano również konkretne przykłady zastosowań przemysłowych, wskazując przy tym na to, że oprócz aplikacji tradycyjnych w przemyśle spożywczym coraz częściej pojawiają się nowe niespożywcze zastosowania w obszarach biotechnologii, ochrony środowiska, kosmetyce i technologii materiałów biodegradowalnych.

Słowa kluczowe: białka, polisacharydy, biopolimery, interakcje, właściwości funkcjonalne

Wstęp

Produkty spożywcze to na ogół złożone heterogeniczne systemy zawierające substancje o bardzo zróżnicowanej charakterystyce chemicznej. Na ich stabilność decydujący wpływ mają interakcje między białkami, lipidami, węglowodanami i składnikami mineralnymi. Spośród nich szczególną rolę odgrywają oddziaływania białek i polisacharydów. Każdy bowiem z tych biopolimerów nie tylko z osobna, ale i w postaci połączeń o różnej naturze, znacząco wpływa na teksturę, właściwości reologiczne, hydratacyjne oraz powierzchniowe żywności. Badania biochemiczne wykazują, że połączenia białkowo-polisacharydowe są powszechne w świecie roślin i zwierząt. Nie jest więc zaskakujące, że również w odpowiednich warunkach *in vitro* te makrocząsteczki mogą ze sobą oddziaływać [41], co stwarza szereg możliwości modyfikowania ich właściwości fizykochemicznych. Większość prac z tego zakresu dotyczy wprowadza-

Prof. dr hab. inż. K. Surówka, dr inż. I. Maciejaszek, Katedra Chłodnictwa i Koncentratów Spożywczych, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza im. H. Kollątaja, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

nia do białek dodatków polisacharydów anionowych. Ich cząsteczki wykazują szczególne predyspozycje do reagowania z białkami poprzez interakcje o charakterze elektrostatycznym, a tworzące się produkty często różnią się od substratów pod względem właściwości funkcjonalnych i można je traktować jako odrębną grupę składników żywności [76]. Oprócz zastosowań żywieniowych i paszowych kompleksy białek z polisacharydami stanowią cenne półprodukty wykorzystywane do celów niespożywczych. Istotną ich zaletą jest zdolność do biodegradacji, co nabiera szczególnego znaczenia wobec Dyrektywy 94/62/EC Parlamentu Europejskiego z 1994 roku, zalecającej ograniczenie akumulacji odpadów pochodzących z opakowań oraz ich przerób [63].

Charakterystyka oddziaływań białkowo-polisacharydowych

Rodzaje oddziaływań

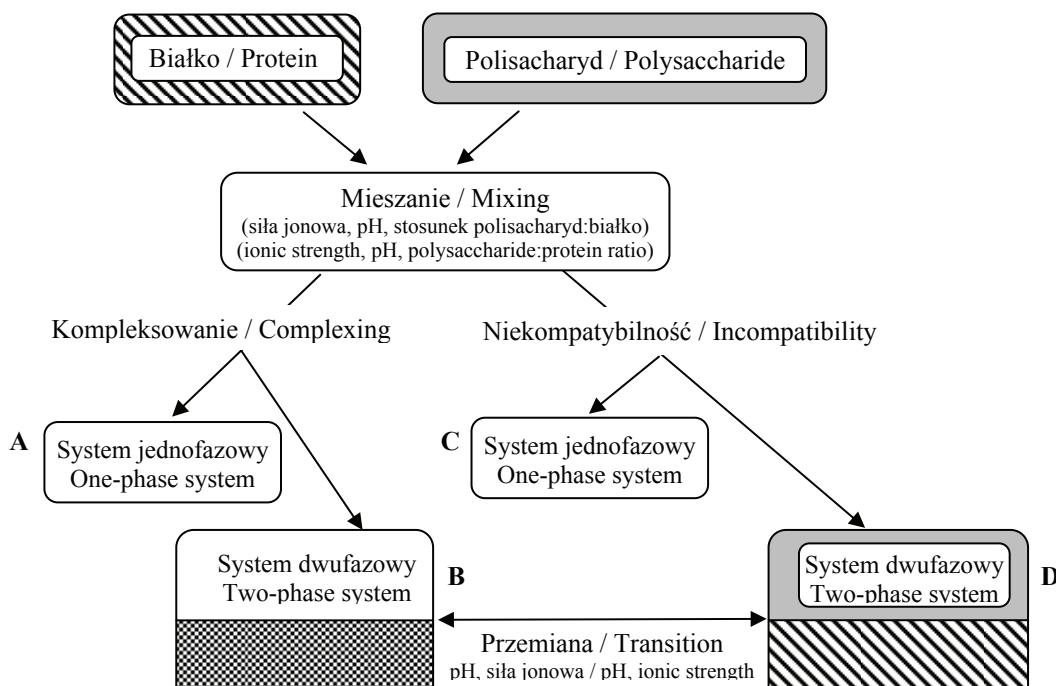
Specyficzna budowa białek i polisacharydów stwarza możliwość zachodzenia między nimi oddziaływań, których efektem jest powstawanie mniej lub bardziej trwałych kompleksów lub wzajemne wykluczanie się, określane mianem termodynamicznej niekompatybilności. Sumaryczny efekt takich interakcji jest wypadkową różnych wiązań lub sił międzycząsteczkowych działających między poszczególnymi fragmentami makrocząsteczek [37]. W ich rezultacie cząsteczki mogą się przyciągać lub odpychać. Oddziaływania odpychające są z natury niespecyficzne, zwykle krótkotrwałe i wywołane najczęściej ładunkami jednoimiennymi, przyciągające z kolei znacznie bardziej różnią się siłą i specyficznością. Najmocniejsze spośród nich są wiązania kowalencyjne, które mogą się tworzyć między specyficznymi reaktywnymi grupami funkcyjnymi. Związki powstałe przy udziale wiązań kowalencyjnych są trwałe, jednak w przypadku białek i polisacharydów występują znacznie rzadziej niż z kompleksami elektrostatycznymi, które są efektem działania sił kulombowskich o bliskim lub dalekim zasięgu. Energia takich oddziaływań uzależniona jest od stopnia zjonizowania cząsteczek, zależnego nie tylko od ich budowy i konformacji, ale także od pH i siły jonowej roztworu. Charakterystycznym typem interakcji elektrostatycznych jest mostkowanie grup anionowych kationami metali dwuwartościowych (np. Ca^{+2}). Znacznie słabsze, ale liczne w układach biopolimerowych, są wiązania wodorowe, których energia zawiera się w granicach 8-40 kJ/mol. Mają one kierunkowy charakter, a wraz ze wzrostem temperatury ulegają osłabieniu. Przeciwną tendencję, ale tylko do temp. ok. 60°C, wykazują przyciągające interakcje hydrofobowe, których energia jest jeszcze mniejsza (zwykle 4-12 kJ/mol). Powstają one w środowisku wodnym między grupami niepolarnymi. Z kolei siły van der Waalsa, będące słabymi przyciągającymi oddziaływaniami elektromagnetycznymi między grupami funkcyjnymi o charakterystyce dipolowej (dipole stałe lub indukowane), mają zazwyczaj drugorzędny wpływ na interakcje białek z polisacharydami. W układach makrocząsteczek często istotne są efekty ste-

ryczne wywoływane nakładaniem się fragmentów ich chmur elektronowych, co powoduje odpychanie i może prowadzić do zmian konformacyjnych [14].

Aspekty termodynamiczne

Pierwsze wzmianki na temat interakcji białek z polisacharydami pojawiły się w literaturze fachowej na początku XX w. i dotyczyły roztworów żelatyny i skrobi ziemniaczanej oraz agaru [4], a także gumy arabskiej [69, 70]. W późniejszym okresie wykazano, że zależnie od siły oddziaływań międzybiałkowych, międzypolisacharydowych oraz białkowo-polisacharydowych, a także wpływu rozpuszczalnika dochodzić może do ich wzajemnego kompleksowania, rozpuszczania lub tworzenia niekompatybilnych systemów jedno- lub dwufazowych [5]. Ostateczny wynik mieszania roztworów białek i polisacharydów jest uzależniony od charakterystyki termodynamicznej obu biopolimerów i ich zachowania w roztworze [77, 78, 79]. Opisuje to model Flory-Hugginsa polegający na analizie wpływu czynników entalpowego i entropowego na potencjały chemiczne w poszczególnych fazach. Z uwagi na to, że entropia mieszania polimerów jest o kilka rzędów mniejsza niż substancji niskocząsteczkowych, to w wielu przypadkach czynnik entropowy nie równoważy entalpowego, a rezultatem tego jest rozseparowywanie się faz. Może do niego dochodzić na dwa różne sposoby zależnie od tego, jakie jest wzajemne powinowactwo biopolimerów i rozpuszczalnika [83]. Homogeniczne na poziomie molekularnym mieszaniny polimerów mogą tworzyć się jedynie wówczas, gdy siły przyciągania są większe między cząsteczkami różnego typu niż między tymi samymi. Na rys. 1. przedstawiono możliwe interakcje między białkami a polisacharydami w środowisku wodnym [5, 81]. Po zmieszaniu roztworów tych substancji, przy pH powyżej punktu izoelektrycznego białka, mają one ładunek ujemny i wykazują termodynamiczną niezgodność, czego rezultatem jest ograniczenie ich wzajemnej rozpuszczalności i utworzenie układu dwufazowego, składającego się z faz wzbogaconych odpowiednio w białko i polisacharyd (D). Dochodzi do tego wówczas, gdy całkowite stężenie składników białkowych i polisacharydowych przekracza 4% [76]. Natomiast w przypadku mniejszych stężeń obu składników od granicy ich rozpuszczalności tworzy się niekompatybilny system jednofazowy (C) i roztwór nie rozwarstwa się. Przyczyną wystąpienia omawianej niezgodności, oprócz pH, może być podwyższona siła jonowa lub kombinacja obu tych czynników. Faworyzowane są wówczas oddziaływania między makromolekułami tego samego typu oraz z rozpuszczalnikiem. W związku z tym może nastąpić konformacyjne przejście polimerów ze stanu kłębka do helisy, co dodatkowo sprzyja autoasocjacji i w konsekwencji potęguje niekompatybilność [58]. Obniżenie pH do wartości mniejszej niż punkt izoelektryczny białka przy jednoczesnym zachowaniu niskiej siły jonowej roztworu zmienia charakter oddziaływań elektrostatycznych na skutek przyjęcia przez białko sumarycznego ładunku dodatniego [81]. Białko z polisacharydem przyciągają się wówczas tworząc kom-

pleks, który może być rozpuszczalny (A) lub wydzielać się z roztworu w postaci odrębnej fazy (B). W tym ostatnim przypadku jedną fazę tworzy rozpuszczalnik z małą ilością biopolimerów, a drugą kompleks zwany koacerwatem [18]. O efektywności takiego kompleksowania, oprócz stężenia, decydują cechy makrocząsteczek (masa cząsteczkowa, ładunek netto, konformacja oraz giętkość łańcucha) i ich wzajemny stosunek, który najlepiej jak jest bliski jedności [76]. Nie bez znaczenia jest również temperatura. Jak bowiem informuje Tolstoguzov [77], ogrzanie do temp. 80°C rozpuszczalnego kompleksu żelatyny z pektyną powoduje natychmiastowe rozdzielenie się faz. Zjawisko kompleksowania jest zwykle odwracalne i wzrost pH do wartości powyżej punktu izoelektrycznego i/lub zwiększenie siły jonowej skutkuje dysocjacją kompleksu. Możliwe jest także elektrostatyczne łączenie się białek z polisacharydami anionowymi w środowisku powyżej punktu izoelektrycznego, gdy czynnikami spinającymi te makromolekuły są jony metali dwuwartościowych (Ca^{+2}) lub gdy w cząsteczce białkowej występują lokalne fragmenty o ładunku dodatnim, stanowiące potencjalne miejsce kontaktu z ujemnie naładowanym polisacharydem. To ostatnie zjawisko stwierdzano wielokrotnie w efekcie mieszania roztworów polisacharydów anionowych,



Rys. 1. Różne rodzaje możliwych oddziaływań pomiędzy białkami i polisacharydami w roztworach wodnych.

Fig. 1. Different types of possible interactions between protein and polysaccharides in aqueous medium.

szczególnie zawierających grupy siarczanowe (VI), i białek przy pH zbliżonym do punktu izoelektrycznego tych ostatnich [2, 17, 23, 86].

O sytuacji fazowej w umiarkowanie stężonych roztworach polimerów, w tym samym rozpuszczalniku, można wnioskować na podstawie pomiaru rozproszenia światła, wyznaczając składniki drugiego współczynnika wirialnego roztworu (A_{pr-pr} , A_{po-po} , A_{pr-po}). Porównanie wartości współczynników A_{pr-pr} i A_{po-po} reprezentujących termodynamiczny udział oddziaływań międzybiałkowych i międzypolisacharydowych z wartością A_{pr-po} , dotyczącą interakcji między białkami i wielocukrami pozwala na ocenę ich termodynamicznej zgodności w roztworze. Warunkiem niezbędnym stabilności i uniknięcia rozwarstwienia jest spełnienie następującej nierówności:

$$A_{pr-pr} \cdot A_{po-po} / (A_{pr-po})^2 \geq 1$$

Do rozseparowania faz może więc dojść, gdy A_{pr-po} przyjmuje duże dodatnie wartości, co odpowiada odpychaniu się makrocząsteczek (tzw. segregacyjna separacja fazowa) lub duże wartości ujemne, co związane jest z przyciąganiem się cząsteczek (tzw. asocjacyjna separacja fazowa) [9, 18]. W tym pierwszym przypadku jest to zjawisko termodynamicznej niezgodności, dość powszechne w roztworach polimerów. Występuje ono często w układach białek i polisacharydów obojętnych lub anionowych mających ładunek tego samego znaku co białko. Taka fazowa separacja spowodowana jest tym, że w odróżnieniu od roztworów substancji niskocząsteczkowych, polimery tworzą układy jednofazowe tylko wówczas, gdy ich mieszaniną towarzyszy efekt egzotermiczny [76]. Jednakże łączeniu roztworów białek i polisacharydów towarzyszy najczęściej niekorzystny termodynamicznie entalpowy efekt endotermiczny, który zwykle nie jest równoważony przez wpływ entropowy idealnego wymieszania [57]. Na skutek tego w roztworach wodnych zawierających białka i niosące ten sam ładunek polisacharydy jest wielce prawdopodobne wzajemne wykluczanie się molekuł jednego biopolimeru z najbliższego sąsiedztwa drugiego. Makroskopowo przejawia się to segregacją układu na dwie współistniejące ze sobą fazy - bogatą w białko i bogatą w polisacharyd. Zjawisko takie nosi nazwę termodynamicznej niekompatybilności [14] i polega na autoasocjacji makromolekuł tego samego typu. W białkach decydującą rolę w tym procesie odgrywają oddziaływania hydrofobowe i elektrostatyczne oraz wiązania wodorowe, a więc sprzyja mu umiarkowane ogrzewanie, pH zbliżone do punktu izoelektrycznego (pI) oraz protonowanie grup karboksylowych [76]. Dodatkowo w takich systemach może dochodzić jeszcze do flokulacyjnego odseparowania dużych agregatów białek cieplnie zdenaturowanych lub mających strukturę micelną (np. kazeiny) [82].

Obserwacja systemów fazowo rozdzielonych jest niekiedy utrudniona z tego względu, że zarówno białko, jak i polisacharydy mogą równocześnie żelować [91]. Ma to miejsce wówczas, gdy zmieszane z polisacharydami białka globularne poddaje się

ogrzewaniu. Uzyskiwany produkt o strukturze żelu makroskopowo może wyglądać jednorodnie, jednak pod mikroskopem widać jego budowę heterogeniczną.

Termodynamiczna niekompatybilność roztworów białek i polisacharydów zawierających grupy karboksylowe zwiększa się, gdy pH osiąga i nawet nieznacznie przekracza punkt izoelektryczny białka (pI). Jednakże w roztworach polisacharydów siarczanowych do jej wystąpienia jest wymagane pH znacznie wyższe od pI. Stwierdzono również, że niezależnie od rodzaju polisacharydu, zmniejszenie kompatybilności zachodzi wraz ze wzrostem temperatury i siły jonowej. W przypadku białek i polisacharydów obojętnych niekompatybilność zwiększa się, gdy pH białka zbliża się do punktu izoelektrycznego oraz gdy jest duża masa cząsteczkowa wielocukru [76].

Wpływ rodzaju białka i polisacharydu

Na efektywność elektrostatycznego kompleksowania białek i polisacharydów wpływa, oprócz pH i siły jonowej, także rodzaj białka. Wykazano bowiem, że rozmaite białka kompleksowane z tymi samymi wielocukrami tworzą układy o różnej kompatybilności [58]. Duże znaczenie ma tu dostępność fragmentów cząsteczek tworzących miejsca kontaktu. Dotyczy to w szczególności cząsteczek białkowych, które zależnie od swojego stanu znacznie różnią się strukturą. W białkach globularnych w stanie natywnym liczebność dostępnych miejsc kontaktu jest znacznie mniejsza niż w przypadku cząsteczek o rozwiniętej strukturze [85]. W tym ostatnim przypadku łatwiej dochodzi do znaczącego zobojętnienia ładunku dodatniego przez aniony polisacharydu, co przejawia się tym, że utworzony kompleks jest prawie obojętny pod względem elektrycznym i często wydziela się w postaci odrębnej fazy jako substancja nierozpuszczalna (np. kompleksy żelatyny z alginianem sodu) [5]. Niezwykle istotny jest także rodzaj polisacharydu. Wg Polyakova i wsp. [55] oraz Bograchevej i wsp. [6] termodynamiczna zgodność białek z anionowymi polisacharydami maleje w następującym kierunku: pektyna > karboksymetyloceluloza > alginian sodu > guma arabska > siarczan dekstranu.

Siła przyciągań kulombowskich między białkami i polisacharydami zależy w sposób istotny od gęstości ładunku [82]. Na przykład Pereyra i wsp. [54] wykazali, że białka mleka tworzą bardziej trwałe kompleksy z pektyną niskometylowaną niż z wysokometylowaną, a Dickinson [14] zaobserwował, że karagen zawierający grupy siarczanowe (VI) silniej reaguje z białkami niż polisacharydy karboksylowe (alginiany, pektyny). Wpływu gęstości ładunku nie można rozpatrywać niezależnie od wielkości cząsteczek i ich podatności na zmiany struktury. Molekuły łatwo ulegające zmianom konformacyjnym, takie jak kazeina lub żelatyna, wiążą mocniej polisacharydy niż białka globularne (albumina wołowa, β -laktoglobulina). Stwierdzono jednak, że cieplna denaturacja tych ostatnich przyczynia się do poprawy zdolności wiązania polisacharydów [3, 8, 82]. Tak więc, bardziej elastyczne molekuły białkowe lub o rozwiniętej,

zdenaturowanej strukturze są lepszym obiektem do przyłączania przeciwnie naładowanych cząsteczek polisacharydowych niż zwarte białka globularne w stanie natywnym.

Główną dodatnio naładowaną grupą funkcyjną w białkach są sprotonowane grupy aminowe ($-\text{NH}_3^+$). Oprócz nich pewne znaczenie mają również guanidynowe i imidazolowe fragmenty łańcuchów bocznych [58]. Liczba i rozmieszczenie w cząsteczce tych dodatnio zjonizowanych grup ma podstawowe znaczenie dla możliwości kompleksowania polisacharydów. Proces denaturacji zwiększa dostępność takich miejsc o uprzednio niewyeksponowane i ukryte w natywnej strukturze białka, a wzrost elastyczności molekuly białkowej ułatwia dopasowanie się jej do struktury polisacharydu, ułatwiając kontakt i dając stabilniejsze kompleksy niż z białkiem natywnym.

Ładunek elektryczny polimeru, a tym samym i potencjalna zdolność do interakcji kulombowskich zależy od tego, jak dalece jego aktualne pH odbiega od punktu izoelektrycznego. Punkt (pI_{pr}) białek sojowych wynosi ok. 4,5, a polimerów anionowych (pI_{po}) jest niższy. Zatem w zakresie $\text{pI}_{\text{po}} < \text{pH} < \text{pI}_{\text{pr}}$ wspomniane makrocząsteczki charakteryzują się odmiennymi ładunkami netto i dochodzić może między nimi do koacerwacji [14]. Siła tego procesu uzależniona jest od dystrybucji zjonizowanych grup na powierzchni białka, jego podatności na rozwinięcie struktury, konformacyjnej stabilności i gęstości ładunku polisacharydu [42]. To czy utworzony kompleks będzie rozpuszczalny lub nierozpuszczalny, oraz czy tworzy się on w sposób odwracalny, zależy od stężenia biopolimerów, siły jonowej i pH. Powstawaniu nierozpuszczalnych koacerwatów sprzyja niskie stężenie soli i pH znacznie mniejsze od punktu izoelektrycznego białka. Powstające w ten sposób połączenia zawierają często więcej białka niż polisacharydu i dlatego ich ładunek ogólny jest dodatni [76].

Podczas alkalizowania roztworów białkowych z dodatnio naładowanych grup funkcyjnych odszczepiają się protony. Wzmaga to międzybiałkowe siły odpychające (wywołane grupami anionowymi) i równocześnie doprowadza do osłabienia przyciągania cząsteczek polisacharydów. Ten ostatni efekt bardzo silnie zależy od rodzaju wielocukru. Wykazano bowiem, że elektrostatyczne przyciąganie anionów karboksylanowych ($-\text{COO}^-$) jest znacznie słabsze niż siarczanowych (VI) ($-\text{OSO}_3^-$). Oznacza to, że przy $\text{pH} > \text{pI}_{\text{pr}}$ kompleksowanie z udziałem grup $-\text{COO}^-$ jest bardzo słabe lub w ogóle do niego nie dochodzi [58], chociaż w niektórych układach możliwe jest powstawanie kompleksów rozpuszczalnych dzięki lokalnym dodatnio naładowanym obszarom w białkach, które stanowią miejsca styku z ujemnie zjonizowanymi polisacharydami. Jeżeli takie połączenia tworzone są przez białka globularne, to z reguły zawierają więcej polisacharydu i ich ogólny ładunek jest ujemny [76]. Na powstawanie takich kompleksów znaczący wpływ ma siła jonowa. Gdy przekracza ona 0,2 M, to jony zawarte w roztworze osłabiają oddziaływania elektrostatyczne między cząsteczkami biopolimerów, czego rezultatem jest utrata przez system termodynamicznej zgodności [58]. W odróżnieniu od tego, wykazujące dużą gęstość ładunku polisacharydy siarcza-

nowe mogą w tych samych warunkach tworzyć dość mocne i odwracalne kompleksy z białkami [14]. Przykładem takich kompleksów są połączenia albuminy wołowej z siarczanem (VI) dekstranu oraz ι- i κ-karagenami [22], a także powszechnie wykorzystywane do stabilizowania i wzmacniania tekstury produktów mleczarskich kompleksy kazeiny z karagenem [31].

Elektrosynteza

W obliczu ciągłego zainteresowania problematyką oddziaływań pomiędzy cząsteczkami biopolimerów opracowano w krakowskim środowisku naukowym technikę wytwarzania kompleksów białkowo-polisacharydowych zwaną metodą elektrosyntezy [12]. Polega ona na przepuszczaniu prądu stałego przez zalkalizowane roztwory białek i polisacharydów. Podczas tego procesu ujemnie naładowane cząsteczki biopolimerów migrują do anody, gdzie w wyniku reakcji elektrodowych następuje strącanie powstającego z nich kompleksu. W dotychczasowych pracach tą techniką otrzymano wiele elektrokompleksów m.in. pomiędzy pektyną, karboksymetylocelulozą, skrobią ziemniaczaną i gumą ksantanową a żelatyną, albuminą jaja kurzego, kazeiną i białkami sojowymi oraz serwatkowymi [12, 44-46, 49-50, 86-90]. Analizy chemiczne uzupełnione badaniami spektroskopowymi i analizą termogravimetryczną wykazały, że w zależności od rodzaju substratów i warunków elektrosyntezy w tworzeniu się kompleksów, obok oddziaływań elektrostatycznych, mogą brać udział wiązania peptydowe i grupy aminowe białek oraz ugrupowania anionowe (np. fosforanowe i karboksylowe) i grupy hydroksylowe polisacharydów.

Wpływ oddziaływań białkowo-polisacharydowych na wybrane właściwości funkcjonalne i przydatność technologiczną

Kompleksy białek i polisacharydów niejednokrotnie wykazują lepsze właściwości funkcjonalne niż pojedyncze składniki, z których powstają. Wynika to z ich struktury oraz z tego, że składają się one jednocześnie z białek i wielocukrów. Kompleksy takie mogą mieć pożądane właściwości hydratacyjne (rozpuszczalność, zwilżalność), reologiczne i strukturotwórcze (modyfikowanie lepkości, żelowanie) oraz powierzchniowe (właściwości emulgujące i pianotwórcze). Można na nie wpływać przez regulację pH, siły jonowej, gęstości ładunku, temperatury, ciśnienia oraz działaniem siłami mechanicznymi [28, 62, 80].

Rozpuszczalność, właściwości reologiczne i zdolność żelowania

Wynikiem oddziaływań białek z polisacharydami jest poprawa [19] lub pogorszenie [36] stabilności termicznej. Zmienia się także rozpuszczalność i po takiej modyfikacji często jest ona lepsza w szerszym zakresie pH. W literaturze przedmiotu podawane są nawet przykłady, w których wielocukry zawierające grupy sulfonowe stoso-

wano do rozpuszczania białek zdenaturowanych [29, 30]. Z drugiej jednak strony wiele jest doniesień o formowaniu się kompleksów nierozpuszczalnych, co wykorzystywane bywa do odseparowywania białek z bardzo rozcieńczonych roztworów [34], a nawet do ich frakcjonowania w przypadkach, gdy różnią się powinowactwem do polisacharydu. W ten sposób można rozdzielać białka serwatkowe, stosując pektynę [60]. W praktycznych zastosowaniach wpływu kompleksowania na rozpuszczalność przydatne są diagramy fazowe poszczególnych układów białkowo-polisacharydowych [76]. Istotny jest również wpływ polisacharydów na reologiczne właściwości roztworów białkowych. Np. niektóre rodzaje gum dają efekt antagonistyczny, inne zaś mogą działać synergistycznie w odniesieniu do parametrów reologicznych białek sojowych [59]. Jest to często spowodowane tworzeniem się połączeń o charakterze kompleksów [66].

Cenną właściwością funkcjonalną składników żywności jest zdolność żelowania. W procesie tym makrocząsteczki zmieniają konformację i agregują, formując przy tym trójwymiarową strukturę. Obecność polisacharydu w otoczeniu białka w warunkach ich niekompatybilności przyczynia się do zwiększenia termodynamicznej aktywności tego ostatniego, czego rezultatem może być sprzyjanie jego agregacji i w konsekwencji łatwiejsze żelowanie. Zjawisko to zachodzi częściej w obecności białek o rozwiniętej strukturze, a jest rzadkie w przypadku białek globularnych [10, 27]. W warunkach, gdy istnieje termodynamiczna zgodność i powstają kompleksy, może także dochodzić do występowania struktur żelowych. Jest to szczególnie korzystne, gdy wyjściowe składniki nie mają zdolności do żelowania. Przykładem układu tego typu jest mieszanina roztworów kazeinianu sodu i alginianu sodu (1:3) o 7-procentowym stężeniu, która w środowisku o pH 4,5 i przy małej sile jonowej tworzy żel trwały nawet w temp. 80°C [76]. Obserwuje się równocześnie wpływ pH, siły jonowej, a także temperatury i czasu na reologiczne właściwości utworzonych żeli [64].

Właściwości emulgujące i pianotwórcze

Kompleksy białek i polisacharydów mogą wykazywać bardzo dobre właściwości emulgujące i stabilizujące, co pozwala na zastępowanie nimi niskocząsteczkowych emulgatorów syntetycznych. Eliminuje to konieczność stosowania specjalnych procedur legislacyjnych, a dodatkowo jest korzystne ze względów żywieniowych i prozdrowotnych [5]. Według Dickinsona [13] oraz Galazki i wsp. [21] przyłączenie polisacharydu do białka jest najlepszym sposobem na zatrzymanie wielocukru na powierzchni międzyfazowej emulsji. Poprawia to steryczną stabilizację tej powierzchni i zwykle sprzyja tworzeniu się mniejszych kuleczek fazy rozproszonej podczas homogenizacji. O efektywności stabilizującej kompleksów decyduje rodzaj oddziaływań między makrocząsteczkami, przy czym silne wiązania chemiczne są znacznie bardziej efektywne niż słabe oddziaływania asocjacyjne [5, 15].

Rezultatem zainteresowania wykorzystaniem połączeń białkowo-polisacharydowych jako emulgatorów było pojawienie się patentów z tego zakresu [24, 43]. Dalsze badania wykazały, że o przydatności konkretnego kompleksu decydują jego składniki. Larichev i wsp. [40] stwierdzili, że trwałość emulsji stabilizowanych przez kompleksy albuminy wołowej (BSA) z siarczanem dekstranu silnie zależy od pH i siły jonowej, co wskazuje na istotny efekt elektrostatyczny w ich tworzeniu. Z kolei Tokaev i wsp. [71] odnotowali, że efekt stabilizowania emulsji przez kompleksy kazeiny z pektyną jest wyjątkowo silny na skutek powstawania żelopodobnej struktury na powierzchni międzofazowej. Również emulsje wytwarzane przy współudziale kompleksów białek sojowych z alginianem sodu [47] powstawały łatwiej i wykazywały większą stabilność niż jej odpowiedniki otrzymywane z samego białka sojowego. Przyczyną tej poprawy właściwości emulgujących w obecności polisacharydu było łatwiejsze rozwinięcie się cząsteczek białek i lepsze wyeksponowanie aktywnych powierzchniowo fragmentów cząsteczki, co z kolei ułatwia wiązanie tłuszczu i tworzenie bariery przeciwdziałającej koalescencji. Lippi i Taranto [47] podjęli badania nad poprawą właściwości emulgujących sojowego izolatu białkowego poprzez mieszanie go z alginianem sodowym. Utworzona mieszanina wykazywała aktywność emulgowania i zdolność do stabilizowania emulsji porównywalną z tymi właściwościami funkcjonalnymi żółtka jaja. Dalsze prace nad tym zagadnieniem prowadzili Kiosseoglou i Doxastakis [38], którzy zaobserwowali, że dodatek do białka sojowego polisacharydów jonowych sprzyja zmniejszeniu rozmiarów cząstek fazy rozproszonej tworzonej emulsji oraz zwiększa lepkość fazy ciągłej. Należy tu jednak nadmienić, że w określonych warunkach pH, siły jonowej i stężenia polisacharydów tworzące się kompleksy z białkami mogą przyczynić się do zmniejszenia stabilności emulsji, tak jak to odnotowali Dickinson i Pawlowsky [16] w przypadku kompleksu albuminy z surowicy krwi wołowej (BSA) z ι-karagenem.

Oprócz emulsji układem dyspersyjnym szczególnie często spotykanym w produktach spożywczych są piany. Wykazują one naturalną tendencję do zanikania, jednak istnieje wiele substancji je stabilizujących. Można do nich zaliczyć także niektóre kompleksy białek z polisacharydami anionowymi, szczególnie że, jak wykazał Tolstoguzov i wsp. [74, 75], czasem mają one lepsze właściwości powierzchniowo aktywne dla układów ciecz-powietrze niż same białka. Ahmed i Dickinson [1], analizując wpływ dodatku białek soi na właściwości aeracyjne alginianów glikolu propylenowego, stwierdzili, że zwiększają one wydajność pienienia roztworów tego polisacharydu w środowisku obojętnym. Związane to było z formowaniem się na powierzchni międzofazowej woda-powietrze kompleksów elektrostatycznych białko-alginian.

Ekstruzja

Oddziaływania białkowo-węglowodanowe były także przedmiotem badań dotyczących procesu ekstruzji [68]. W ich wyniku stwierdzono, że frakcje węglowodanowe wchodzące w skład mąki sojowej zmniejszają udział międzybiałkowych oddziaływań wodorowych i hydrofobowych w ekstrudatach, a niektóre z nich (substancje pektynowe) przyczyniają się równocześnie do wzrostu znaczenia wiązań jonowych. Ponadto wykazano, że w procesie ekstruzji substancje pektynowe i hemicelulozy zostają częściowo unieruchomione w białkowej matrycy ekstrudatów. W literaturze przedmiotu są również opisane badania nad wpływem na przebieg ekstruzji dodatku polisacharydów nie pochodzących z soi. Wynika z nich, że alginian sodu w ekstruderze ulega interakcjom z rozwiniętymi cząsteczkami białek, dając w efekcie produkt o twardszej strukturze, zwiększonej gęstości i bardziej odporny na działania mechaniczne [7]. Podobny wpływ wykazuje skrobia, która w czasie ekstruzji może łączyć się z β -konglicyniną, głównie poprzez wiązania niekowalencyjne [53]. Znacząco poprawiają jakość ekstrudatów tworzące się w ekstruderze kompleksy λ -karagenu z białkami sojowymi [48].

Piekarnictwo

Nie do przecenienia jest rola oddziaływań skrobi z białkiem podczas wypieku i składowania pieczywa. Procesy te zostały ostatnio szczegółowo opisane przez Fika [20]. W pierwszym z nich dochodzi do wkomponowywania się ziarenek napęczniałej i skleikowanej skrobi do skoagulowanej struktury gliadyny i gluteniny. Utworzone struktury w pieczywie świeżym są zwarte, jednak podczas czerstwienia pojawiają się wewnątrz nich warstwy powietrza. Im bardziej czerstwy jest chleb, tym większe są te komory powietrzne. Równocześnie wg Martina i wsp. [51] oraz Hoseneya i Millera [35] powstają wiązania krzyżowe między napęczniałą skrobią a zdenaurowanym glutenem i jest ich tym więcej, im bardziej napęczniałe są granulki skrobiowe, a zatem także zwiększona powierzchnia potencjalnego kontaktu z białkiem. Te krzyżowe interakcje mają charakter wiązań wodorowych, a więc w podwyższonej temperaturze łatwo ulegają rozrywaniu, co wykorzystuje się podczas odświeżania pieczywa [20]. Liczbę białkowo-skrobiowych wiązań w pieczywie może ograniczać dodatek do ciasta α -amylazy, która hydrolizując skrobię utrudnia jej retrogradację oraz skutecznie eliminuje powstawanie wspomnianych wiązań krzyżowych. Taki efekt można osiągnąć również poprzez dodatek do ciasta gotowych hydrolizatów skrobiowych lub zastosowanie skrobi częściowo rozłożonej w procesie ekstruzji [20, 92]. Za główny powód czerstwienia pieczywa uważa się jednak retrogradację skrobi. Kulp [39] twierdzi, że proces ten może być zahamowany w obecności tłuszczów oraz białek, gdyż te kompleksując polimery skrobiowe utrudniają ich agregację. Dobrze koresponduje to ze spostrzeżeniami pozytywnego wpływu dodatków glutenu, mąki sojowej lub półpro-

duktów mleczarskich bogatych w białko na elastyczność, porowatość, barwę i walory smakowo-zapachowe pieczywa po wypieku i podczas jego przechowywania [20].

Zastosowanie zjawiska oddziaływań białek i polisacharydów

Kompleksy białkowo-polisacharydowe znajdują wiele zastosowań w przemyśle spożywczym, biotechnologii, medycynie, przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym oraz innych. Wykorzystuje się je m.in. do odzyskiwania białek z rozcieńczonych roztworów przez strącanie ich polisacharydami anionowymi przy niskim pH. Metoda ta pozwala na strącenie ok. 90% białka, które powstaje jako produkt uboczny w różnych procesach przetwórczych. Smith i wsp. [61] odzyskiwali tym sposobem białka sojowe zawarte w odcieku po produkcji koncentratu, stosując w tym celu m.in. kwas alginowy. Gillberg i Törnell [26] opisali metodę otrzymywania izolatów białka rzepaku, w której jako czynnik strącający zastosowali polisacharydy anionowe. Z kolei wielu badaczy [32, 34, 52, 65] uznało, że najlepiej do odzyskiwania białek serwatkowych nadaje się karboksymetyloceluloza, chociaż efekt jej działania zależy od pH, siły jonowej i stopnia podstawienia. Białka serwatkowe odzyskiwane z udziałem tego polisacharydu wykazują bardzo dobre właściwości funkcjonalne, a strącanie jest selektywne i można je wykorzystać do frakcjonowania serwatki na α -laktoalbuminę i β -laktoglobulinę, a także do rozdzielania białek komórek drożdży [73]. Ogólnie należy stwierdzić, że metoda ta ma duże możliwości aplikacyjne w ochronie środowiska, gdyż ścieki pozbawione substancji białkowych charakteryzują się znacznie mniejszym biologicznym zapotrzebowaniem tlenu (BZT₅).

Łączenie się białek z polisacharydami może też służyć do zapobiegania strącaniu się ich z roztworów. Białka w postaci kompleksów jonowych z polisacharydami część swoich dodatnio naładowanych grup funkcyjnych mają związanych przez grupy anionowe tych ostatnich, co powoduje istotne przesunięcie punktu izoelektrycznego powstających układów w kierunku środowiska bardziej kwaśnego. Sprawia to, że przy pH charakterystycznym dla wielu lekko kwaśnych napojów, które jednocześnie często zbliżone jest do punktu izoelektrycznego białek, nie następuje ich strącanie w postaci kompleksów z polisacharydami [83]. Zjawisko to wykorzystuje się do zapobiegania precypitacji kazeiny z mlecznych napojów o smaku owocowym, które najlepsze cechy sensoryczne wykazują przy pH między 4 i 5. Szczególnie przydatnym polisacharydem do tego celu jest karboksymetyloceluloza [56]. Hidalgo i Hansen [33] stwierdzili, że dodatek nadmiaru polisacharydów anionowych do nierozpuszczalnych kompleksów z białkiem może prowadzić w kwaśnym środowisku nawet do ponownego ich przechodzenia do roztworu. Według tych autorów spowodowane jest to peptyzacją polegającą na przeorientowaniu molekuł białkowych na cząsteczkach wielocukrów, co powoduje łatwiejszą ich hydratację, a w konsekwencji rozpuszczanie.

Jedną z potencjalnie najbardziej interesujących właściwości układów białkowo-polisacharydowych zaobserwowali Imeson i wsp. [36], którzy stwierdzili, że obecność wielocukrów może zapobiegać termicznej precypitacji białek związanej z ich cieplną denaturacją. Tak więc nawet po obróbce termicznej pozostają one w roztworze i mogą dzięki temu wykazywać typowe dla nich właściwości funkcjonalne.

Innym ważnym zastosowaniem kompleksów białkowo-polisacharydowych jest mikrokapsułkowanie. Mogą one tworzyć stałe filmy wokół kropelek emulsji będących nośnikami substancji mikrokapsułkowanych lub też zamykać w swojej strukturze koacerwatu cząstki rozpuszczalnika zawierającego substancję mikrokapsułkowaną [5]. Metodę tę stosuje się w technologii aromatów, środków ochrony roślin, w kosmetyce, farmacji i medycynie. Ważną cechą tworzących się struktur jest zmniejszanie szybkości uwalniania się tak zamkniętych składników do środowiska pod wpływem czynników zewnętrznych.

Produkty interakcji białek z polisacharydami są też wykorzystywane do wytwarzania zamienników tłuszczu. Jakkolwiek tłuszcze są podstawowym składnikiem diety człowieka, to istnieje tendencja do ograniczania ich spożycia i zastępowania produktami niskotłuszczowymi, w których funkcje lipidów przejmują niejednokrotnie białka i polisacharydy. Przykładem kompleksu wymienionych makromolekuł, stosowanym jako zamiennik tłuszczu, jest kompleks białek mleka i gumy ksantanowej [11].

Produkcję analogów mięsa na bazie kazeiny, białek sojowych i drożdży oraz alginianów i pektyn opisali Tolstoguzov i wsp. [72]. Dodatek dwuwartościowych kationów metali do substratów zmieszanych przy $\text{pH} < \text{pI}$ białka, a następnie podwyższenie pH i ogrzanie całości do temp. 40-90°C pozwoliło na uzyskanie analogów mięsa w postaci żeli polisacharydowych zawierających białkowe inkluzje. Jeżeli proces żelowania prowadzić w przepływie, to możliwe jest wytwarzanie takich analogów w formie anizotropowej, zawierającej zorientowane włókna w matrycy żelu [67].

Badania nad wpływem polisacharydów anionowych na białka enzymatyczne wykazały, że przy niskich wartościach pH, na skutek interakcji grup karboksylanowych polisacharydów z dodatnio naładowanymi białkami, dochodzi do zmian konformacyjnych tych ostatnich [25]. Rezultatem może być osłabienie lub całkowita inaktywacja funkcji katalitycznej enzymu. Zatem jak sugeruje Ledward [41] powstawanie w takich warunkach kompleksów białkowo-polisacharydowych może być potencjalną metodą przedłużenia trwałości produktów spożywczych. Samant i wsp. [58] twierdzą jednak, że takie osłabienie aktywności może być spowodowane przesunięciem się pH optymalnego działania enzymu pod wpływem pola elektrycznego polisacharydu, a zwiększenie siły jonowej środowiska powoduje rozpad kompleksów i powrót optymalnego pH do wartości początkowej. Osłabiające aktywność enzymatyczną działanie polisacharydów znalazło zastosowanie przy izolowaniu insuliny z trzustki, bowiem te biopolimery hamują aktywność proteolityczną i dzięki temu umożliwiają wyekstrahowanie

insuliny w stanie nienaruszonym. Interesujące badania nad zastosowaniem polisacharydów anionowych do poprawy biologicznej wartości żywności prowadzili Varfolomeeva i wsp. [84], którzy zastosowali te biopolimery do inaktywowania inhibitorów trypsyny.

Podsumowanie

Badania nad budową i właściwościami biopolimerów, w połączeniu ze znacznym postępowaniem w dziedzinie inżynierii materiałowej, przyczyniły się do rozwoju technik wytwarzania nowych produktów z surowców naturalnych. Duże osiągnięcia w tym zakresie nastąpiły dzięki wykorzystaniu wiedzy o wzajemnych oddziaływaniach między białkami i polisacharydami. Obok typowych, dobrze już ugruntowanych zastosowań w przemyśle spożywczym pojawiają się nowe, w obszarach biotechnologii, ochrony środowiska czy kosmetyki. Duże potencjalne znaczenie ma także stosowanie kompleksów białek i polisacharydów w charakterze materiałów biodegradowalnych. Istotnym problemem przy wytwarzaniu z nich różnych wyrobów jest zachowanie odpowiedniej wytrzymałości. Omawiane kompleksy niejednokrotnie wykazują lepsze właściwości mechaniczne niż komponenty z których powstają. Dlatego też budzą duże zainteresowanie firm zajmujących się wytwarzaniem nie tylko opakowań biodegradowalnych, ale i materiałów opatrunkowych, nici chirurgicznych, a nawet protez. Ważną zaletą takich wyrobów jest ich naturalne pochodzenie oraz to, że są materiałami odnawialnymi.

Literatura

- [1] Ahmed M., Dickinson E.: Foaming of aqueous solutions of protein + propylene glycol alginate. *Food Hydrocoll.*, 1991, **4** (5), 395-402.
- [2] Antonov Y. A., Gonçalves M. P.: Phase separation in aqueous gelatin-k-carrageenan systems. *Food Hydrocoll.*, 1999, **13** (6), 517-524.
- [3] Antonov Y. A., Lashko N. P., Glotova Y. K., Malovikova A., Markovich O.: Effect of the structural features of pectins and alginates on their thermodynamic compatibility with gelatin in aqueous media. *Food Hydrocoll.*, 1996, **10** (1), 1-9.
- [4] Beijering M. W.: Über Emulsionbildung bei der Vermischung Wasseriger Lösungen Gewisser Gelatinierender Kolloide. *Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide*, 1910, **7**, 16-25.
- [5] Benichou A., Aserin A., Garti N.: Protein-polysaccharide interactions for stabilization of food emulsions. *J. Disp. Sci. Technol.*, 2002, **23** (1-3), 93-123.
- [6] Bogracheva T. Y., Grinberg V. Y., Tolstoguzov V. B.: Compatibility of gum acacia with macromolecular components of the globulin fraction of baker's yeast. *Nahrung/Food*, 1983, **27** (8), 735-740.
- [7] Boison G., Taranto M. V., Cheryan M.: Extrusion of defatted soy flour-hydrocolloid mixtures. Effect of operating parameters on selected textural and physical properties. *J. Food Technol.*, 1983, **18** (6), 719-730.

- [8] Braudo E. E.: Functional interactions in mixed biopolymer systems. In: Gums and stabilisers for the food industry 9 - eds. Williams P. A., Phillips G. O., Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1998, pp. 169-183.
- [9] Braudo E. E., Plashchina I. G., Schwenke K. D.: Plant protein interactions with polysaccharides and their influence on legume protein functionality. *Nahrung/Food*, 2001, **45 (6)**, 382-384.
- [10] Brownsey G. J., Morris V. J.: Mixed and filled gels - models for foods. W: Food structure - its creation and evaluation - pod red. Blanshard J. M. V., Mitchell J. R., Butterworth & Co. Ltd., London 1988, pp. 7-23.
- [11] Chen W. S., Henry G. A., Gaud S. M., Miller M. S., Kaiser J. M., Balmadeca E. A., Morgan R. G., Baer C. C., Borwankar R. P., Hellgeth L. C., Strandholm J. J., Hasenheuttl G. L., Kerwin P. J., Chen C-C., Kratochvil J. F., Lloyd W. L.: Microfragmented ionic polysaccharide/protein complex dispersions. European Patent 0 340 035, 1989.
- [12] Dejewska A., Mazurkiewicz J., Tomasik P., Zaleska H.: Electrochemical synthesis of polysaccharide-protein complexes. I. Preliminary studies on apple pectin-albumin complexes. *Starch/Stärke*, 1995, **47 (6)**, 219-223.
- [13] Dickinson E.: The role of hydrocolloids in stabilising particulate dispersions and emulsions. In: Gums and stabilisers for the food industry 4 - eds. Phillips G. O., Wedlock D. J., Williams P. A., IRL Press Ltd., Oxford 1988, pp. 249-263.
- [14] Dickinson E.: Stability and rheological implications of electrostatic milk protein-polysaccharide interactions. *Trends Food Sci. Technol.*, 1998, **9 (10)**, 347-354.
- [15] Dickinson E., Galazka V. B.: Emulsion stabilisation by protein-polysaccharide complexes. I: Gums and stabilisers for the food industry 6 – eds. Phillips G. O., Wedlock D. J., Williams P. A., IRL Press Ltd., Oxford 1992, pp. 351-361.
- [16] Dickinson E., Pawlowsky K.: Effect of iota-carrageenan on flocculation, creaming, and rheology of a protein-stabilized emulsion. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, **45 (10)**, 3799-3806.
- [17] Dickinson E., Pawlowsky K.: Influence of kappa-carrageenan on the properties of a protein-stabilized emulsion. *Food Hydrocoll.*, 1998, **12 (4)**, 417-423.
- [18] Doublier J. L., Garnier C., Renard D.: Protein-polysaccharide interactions. *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.*, 2000, **5 (3/4)**, 202-214.
- [19] Elbein A. D., Mitchell M.: Protein: Polyanion interaction. The effect of heparin on the trehalosephosphate synthetase of *Mycobacterium smegmatis*. *Arch. Biochem. Biophys.*, 1975, **168 (2)**, 369-377.
- [20] Fik M.: Czerstwienie pieczywa i sposoby przedłużania jego świeżości. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **2 (39)**, 5-22.
- [21] Galazka V. B., Dickinson E., Ledward D. A.: Effect of high pressure on ovalbumin-polysaccharide interactions. *High Pressure Res.*, 2000, **19**, 515-520.
- [22] Galazka V. B., Smith D., Ledward D. A., Dickinson E.: Complexes of bovine serum albumin with sulphated polysaccharides: Effects of pH, ionic strength and high pressure treatment. *Food Chem.*, 1999, **64 (3)**, 303-310.
- [23] Galazka V. B., Smith D., Ledward D. A., Dickinson E.: Interactions of ovalbumin with sulphated polysaccharides: Effects of pH, ionic strength, heat and high pressure treatment. *Food Hydrocoll.*, 1999, **13 (2)**, 81-88.
- [24] Ganz A. J.: Protein-polymer complexes and process. U.S. Patent 3 407 076, 1968.
- [25] Gatfield I. L., Stute R.: Circular dichroism studies on the interaction between horseradish peroxidase and polygalacturonic acid in aqueous solution. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1976, **9 (6)**, 363-365.
- [26] Gillberg L., Törnell B.: Preparation of rapeseed protein isolates. Precipitation of rapeseed proteins in the presence of polyacids. *J. Food Sci.*, 1976, **41 (5)**, 1070-1075.

- [27] Gotleib A.M., Plaschina I.G., Braudo E.E., Titova E.E., Belavtseva E.M., Tolstoguzov V.B.: Investigation of mixed agarose-gelatin gels. *Nahrung/Food*, 1988, **32**, 927-937.
- [28] Gurov A.N., Gurova N.V., Leontiev A.L., Tolstoguzov V.B.: Equilibrium and non-equilibrium complexes between serum albumin and dextran sulfate. I. Complexing conditions and composition of non-equilibrium complexes. *Food Hydrocoll.*, 1988, **2**, 267-283.
- [29] Gurov A.N., Wajnerman E.S., Tolstoguzov V.B.: On the interaction of some proteins with sulphated dextran in aqueous medium. *Starch/Stärke*, 1974, **26 (5)**, 172-174.
- [30] Gurov A.N., Wajnerman E.S., Tolstoguzov V.B.: Interaction of proteins with dextransulphate in aqueous medium. II. Non-equilibrium phenomena. *Starch/Stärke*, 1977, **29 (6)**, 186-190.
- [31] Hansen P.M.T.: Hydrocolloid-protein interactions: relationship to stabilisation of fluid milk products. *Prog. Food Nutr. Sci.*, 1982, **6**, 127-138.
- [32] Hansen P.M.T., Hidalgo J., Gould I. A.: Reclamation of whey protein with carboxymethylcellulose. *J. Dairy Sci.*, 1971, **54 (6)**, 830-834.
- [33] Hidalgo J., Hansen P. M. T.: Interactions between food stabilizers and beta-lactoglobulin. *J. Agric. Food Chem.*, 1969, **17 (5)**, 1089-1092.
- [34] Hill R.D., Zadow J.G.: The precipitation of whey proteins by carboxymethyl cellulose of differing degrees of substitution. *J. Dairy Res.*, 1974, **41 (3)**, 373-380.
- [35] Hoseney C., Miller R.: Current understanding of staling of bread. *Technical Bulletin AIB*, 1998, **20 (6)**, 1-6.
- [36] Imeson A.P., Ledward D.A., Mitchell J.R.: On the nature of the interaction between some anionic polysaccharides and proteins. *J. Sci. Food Agric.*, 1977, **28**, 661-668.
- [37] Israelachvili J.: *Intermolecular and Surface Forces*, Academic Press Harcourt Brace & Company, London 1992.
- [38] Kiosseoglou V., Doxastakis G.: The emulsification properties of soybean protein in the presence of polysaccharides. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1988, **21 (1)**, 33-35.
- [39] Kulp K.: Staling of bread. *Technical Bulletin AIB*, 1979, **1 (8)**, 1-21.
- [40] Larichev N.A., Gurov A.N., Tolstoguzov V.B.: Protein-polysaccharide complexes at the interphase. 1. Characteristics of decane/water emulsions stabilized by complexes of bovine serum albumin with dextran sulphate. *Colloids Surf.*, 1983, **6 (1)**, 27-34.
- [41] Ledward D.A.: Protein-polysaccharide interactions. W: *Polysaccharides in food - pod red. Blanshard J.M.V., Mitchell J. R. A., Butterworth & Co. Ltd., London, 1979, pp. 205-217.*
- [42] Ledward D.A.: Protein-polysaccharide interactions. W: *Protein functionality in food systems - eds. Hettiarachchy N.S., Ziegler G.R., Marcel Dekker Inc., New York, 1994, pp. 225-259.*
- [43] Le Gloahec V.C.E.: Proteinous compound and the manufacture thereof. U.S. Patent 2 430 180, 1947.
- [44] Lii C. Y., Liaw S. C., Tomasik P.: Xanthan gum-ovalbumin complexes from electrosynthesis and coacervation. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53**, 25-29.
- [45] Lii C. Y., Tomasik P., Zaleska H., Liaw S. C., Lai V. M. F.: Carboxymethyl cellulose-gelatin complexes. *Carbohydr. Polym.*, 2002, **50 (1)**, 19-26.
- [46] Lii C.Y., Zaleska H., Tomasik P.: Electrosynthesis of carboxymethyl cellulose-ovoalbumin complexes. *J. Food Eng.*, 2002, **53 (3)**, 249-257.
- [47] Lippi M.S., Taranto M. V.: Soy protein - acidic polysaccharide interaction: modification of the emulsification properties of soy protein isolate. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1981, **14 (2)**, 55-59.
- [48] LuPing N.: Texturization of soy protein via twin-screw extrusion. *Dissertation Abstracts International B*, 1994, **54 (11)**, 5455.
- [49] Maciejaszek I., Surówka K.: Polysaccharide-protein complexes from potato starch and 11S soy protein. W: *Starch: Progress in Structural Studies, Modifications and Applications - eds. Tomasik P., Yuriev V.P., Bertoft E., PTTŻ Cracow 2004, pp. 395-406.*

- [50] Maciejaszek I., Surówka K.: Functional properties of potato starch-soy protein complexes In: Starch: Progress in Basic and Applied Science - eds. Tomasik P., Yuriev V. P., Bertoft E., PTTŻ Cracow 2007, pp. 343-354.
- [51] Martin M. L., Zeleznak K. J., Hosney R. C.: A mechanism of bread firming. I. Role of starch swelling. *Cereal Chem.*, 1991, **68** (5), 498-503.
- [52] Morr C.V., Swenson P.E., Richter R.L.: Functional characteristics of whey protein concentrates. *J. Food Sci.*, 1973, **38** (2), 324-330.
- [53] Nyanzi F.A., Maga J. A.: Effect of processing temperature on detergent-solubilized protein in extrusion-cooked cornstarch/soy protein subunit blends. *J. Agric. Food Chem.*, 1992, **40** (1), 131-133.
- [54] Pereyra R., Schmidt K.A., Wicker L.: Interaction and stabilization of acidified casein dispersions with low and high methoxyl pectins. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, **45** (9), 3448-3451.
- [55] Polyakov V.I., Grinberg V.Y., Tolstoguzov V.B.: Application of phase-volume ratio method for determining the phase diagram of water-casein-soybean globulin system. *Polym. Bull.*, 1980, **2**, 757-760.
- [56] Qureshi A. K., Shah M. A., Mahmood ul Hassan, Elahi M.: Studies on the effect of emulsifiers on milk protein's stability at different pH values. *Science and Industry Pakistan*, 1972, **9** (3/4), 211-215.
- [57] Rowlinson J. S.: *Liquids and Liquid Mixtures*. Butterworth & Co. Ltd., London 1969.
- [58] Samant S.K., Singhal R.S., Kulkarni P.R., Rege D.: V. Protein-polysaccharide interactions: A new approach in food formulations. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1993, **28** (6), 547-562.
- [59] Sanchez V. E., Bartholomai G. B., Pilosof A. M. R.: Rheological properties of food gums as related to their water binding capacity and to soy protein interaction. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1995, **28** (4), 380-385.
- [60] Serov A.N., Antonov Y.A., Tolstoguzov V.B.: Isolation of lactic whey proteins in the form of complexes with apple pectin. *Nahrung/Food*, 1985, **29** (1), 19-30.
- [61] Schmitt C., Sanchez C., Desobry-Babon S., Hardy J.: Structure and technofunctional properties of protein-polysaccharide complexes: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1998, **38** (8), 689-753.
- [62] Sherys A.Y., Gurov A.N., Tolstoguzov V.B.: Water-insoluble triple complexes: Bovine serum albumin-bivalent metal cation-alginate. *Carbohydr. Polym.*, 1989, **10** (2), 87-102.
- [63] Stepaniak L.: Opakowania biodegradowalne na bazie skrobi. *Przem. Spoż.*, 1999, **53** (10), 18-19.
- [64] Stainsby G.: Proteinaceous gelling systems and their complexes with polysaccharides. *Food Chem.*, 1980, **6** (1), 3-14.
- [65] Sternberg M., Chiang J. P., Eberts N. J.: Cheese whey proteins isolated with polyacrylic acid. *J. Food Sci.*, 1976, **59** (6), 1042-1050.
- [66] Sucharzewska D.: Rheological characteristics of selected protein-polysaccharide pastes. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1999, **8/49**(2), 169-176.
- [67] Suchkov V.V., Grinberg V.Y., Muschiolik G., Schmandke H., Tolstoguzov V.B.: Mechanical and functional properties of anisotropic gel fibres obtained from the two-phase system of water-casein-sodium alginate. *Nahrung/Food*, 1988, **32** (7), 661-668.
- [68] Surówka K.: Wpływ składników mąki sojowej na właściwości fizykochemiczne spożywczych preparatów białkowych z soi. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 1997, 232.
- [69] Tiebackx F.W.: Simultaneous coagulation of two colloides. *Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide*, 1910, **8**, 198-201.
- [70] Tiebackx F.W.: Investigation of the system: Gum arabic - Gelatin. *Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide*, 1911, **9**, 61-65.
- [71] Tokaev E.S., Gurov A.N., Rogov I.A., Tolstoguzov V.B.: Properties of oil/water emulsions stabilized by casein-acid polysaccharide mixtures. *Nahrung/Food*, 1987, **31** (8), 825-834.
- [72] Tolstoguzov V.B., Izjumov D.B., Grinberg V.Y., Marusova A.N., Chekhovskaya V.T.: Method of making protein-containing foodstuffs resembling minced-meat. U.S. Patent 3 829 587, 1974.

- [73] Tolstoguzov V.B., Vainermann E.S., Rogozhin S.V., Kurskaya E.A., Kalisanov S.E.: Investigation of the interaction between proteins and sodium alginate in an aqueous medium. *Nahrung/Food*, 1974, **18** (4), 355-362.
- [74] Tolstoguzov V.B., Braudo E.E., Gurov A.N.: On protein functional properties and the methods of their control. I. On the concept in protein functional properties. *Nahrung/Food*, 1981, **25** (3), 231-239.
- [75] Tolstoguzov V.B., Braudo E.E., Gurov A. N.: On the protein functional properties and the methods of their control. II. On the methods of control of functional properties of proteins and gel-forming systems. *Nahrung/Food*, 1981, **25** (9), 817-823.
- [76] Tolstoguzov V.B.: Functional properties of protein-polysaccharide mixtures. W: Functional properties of food macromolecules - pod red. Mitchell J.R., Ledward A.A., Elsevier Applied Science Publisher Ltd., London 1986, pp. 385-415.
- [77] Tolstoguzov V.B.: Creation of fibrous structures by spinnerless spinning. W: Food structure - its creation and evaluation - pod red. Blanshard J. M. V., Mitchell J. R., Butterworth & Co. Ltd., London 1988, pp. 181-196.
- [78] Tolstoguzov V.B.: Concentration and purification of proteins by means of two-phase systems: Membraneless osmosis process. *Food Hydrocoll*, 1988, **2**, 195-207.
- [79] Tolstoguzov V.B.: Some physico-chemical aspects of protein processing into foodstuffs. *Food Hydrocoll*, 1988, **2**, 339-370.
- [80] Tolstoguzov V.B.: Interactions of gelatin with polysaccharides. W: Gums and stabilisers for the food industry 5 - eds. Phillips G.O., Wedlock D.J., Williams P.A., IRL Press Ltd., Oxford 1990, pp. 351-357.
- [81] Tolstoguzov V.B.: Functional properties of food proteins and the role of protein-polysaccharides interaction. *Food Hydrocoll*, 1991, **4** (6), 429-468.
- [82] Tolstoguzov V.B.: Protein-polysaccharide interactions. W: Food proteins and their applications - eds. Damodaran S., Paraf A., Marcel Dekker Inc., New York 1997, pp. 171-198.
- [83] Tolstoguzov V.B. Phase behaviour of macromolecular components in biological and food systems. *Nahrung/Food*, 2001, **44**, 299-308.
- [84] Varfolomeeva E.P., Burova T.V., Grinberg V.I., Tolstoguzov V.B. Thermodynamic and kinetic study of thermal denaturation of Kunitz soybean trypsin inhibitor by differential scanning microcalorimetry. *Mol. Biol.*, 1989, **23** (5), 1263-1272.
- [85] Vies A., Aranyi C. Phase separation in polyelectrolyte system. I. Complex coacervation of gelatin. *J. Phys. Chem.*, 1960, **64**, 1203-1210.
- [86] Zaleska H., Ring S., Tomasik P. Apple pectin complexes with whey protein isolate. *Food Hydrocoll*, 2000, **14** (4), 377-382.
- [87] Zaleska H., Ring S., Tomasik P. Electrosynthesis of potato starch-whey protein isolate complexes. *Carbohydr. Polym.*, 2001, **45** (1), 89-94.
- [88] Zaleska H., Ring S., Tomasik P. Electrosynthesis of potato starch-casein complexes. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2001, **36** (5), 509-515.
- [89] Zaleska H., Tomasik P., Lii C.Y. Formation of carboxymethyl cellulose-casein complexes by electrosynthesis. *Food Hydrocoll*, 2002, **16** (3), 215-224.
- [90] Zaleska H., Mazurkiewicz J., Tomasik P., Bączkiewicz M. Electrochemical synthesis of polysaccharide-protein complexes. Part 2. Apple pectin-casein complexes. *Nahrung/Food*, 1999, **43** (4), 278-283.
- [91] Zasyplin D.V., Braudo E.E., Tolstoguzov V.B. Multicomponent biopolymer gels. *Food Hydrocoll*, 1997, **11**, 156-170.

- [92] Ziobro R., Gambuś H., Nowotna A., Bala-Piasek A., Sabat R. Starch extrudates as a source of low molecular dextrans slowing down bread staling. *Żywność. Technologia. Jakość*, 1998, **5 (4) Supl.**, 251-258.

PROTEIN-POLYSACCHARIDE INTERACTIONS AND THEIR PRACTICAL APPLICATIONS

S u m m a r y

Characteristic of protein-polysaccharide interactions, resulting from the specific structure of these biopolymers, were presented in the paper. Substrate requirements were discussed as well as treatment conditions necessary to form such interactions. In case of protein-polysaccharide solutions, parameters for their thermodynamic incompatibility were also defined. Next, practical implications were assessed arising from the macromolecular interactions. Some industrial applications were also referred. Apart from the traditional use in food technology new, non-nutritive ways of protein-polysaccharide complexes usability were emphasized especially in biotechnology, environmental protection, cosmetics and technology of biodegradable materials.

Key words: protein, polysaccharides, biopolymers, interactions, functional properties ☒

ZLATICA KOHAJDOVÁ, JOLANA KAROVIČOVÁ

EFFECT OF INCORPORATION OF SPELT FLOUR ON THE DOUGH PROPERTIES AND WHEAT BREAD QUALITY

Streszczenie

Effect replacement of wheat flour with spelt flour on the rheological parameters, baking quality and sensory acceptance was studied. Increasing level of spelt flour in the flour blend concluded in enhanced water absorption capacity and longer dough development time. Addition of spelt flour affected baking and sensory parameters of products. The assessors evaluated as the most acceptable baked goods with 15% addition of spelt flour.

Słowa kluczowe: spelt, farinograph, baking quality

Introduction

Spelt (*Triticum aestivum* var. *spelta*) is an ancient and distant relative to modern wheat (*Triticum aestivum*). The nutty flavour of spelt has long been popular in Europe, where it is also known as 'Farro' (Italy) and 'Dinkel' (Germany) [1]. Spelt is an interesting (hexaploid) crop for marginal regions where environmental factors prevent the cultivation of wheat.

Compared with wheat, spelt is taller (150 ± 200 cm), has long, lax ears (15 ± 20 cm), a brittle rachis and tight glumes [2].

For many years, cultivation of spelt declined, but recent interest in use of spelt for ecologically grown foods has led to resurgence in its cultivation. Spelt wheat is a low-input plant, suitable for growing without the use of pesticides, in harsh ecological conditions and in marginal areas of cultivation. [3].

The nutritive value of spelt wheat is high and it contains all the basic components which are necessary for human beings such as sugars, proteins, lipids, vitamins and minerals [4]. The crude protein composition of spelt varies from 15 to 20 g/100 g

Ing. Z. Kohajdová, PhD, Doc. Ing. J. Karovičová, PhD., Department of Food Science and Technology, Institute of Biotechnology and Food Science, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovak Republic

grains [5] while, e.g. that of Finnish winter wheat is reported to be 11–12 g/100 g [1]. Grain of spelt is claimed to be naturally higher in fibre, B vitamins and carbohydrates than wheat, but the results vary greatly [5, 6]. The differences may be due to the growing place and season, cultivation, fertilizers and methods of analysis [1]. Spelt has also been recommended for treatment of colitis, ulcerosa, neurodermitis and others allergies [7, 8], high blood cholesterol [7, 8, 9], rheumatoid arthritis, depression and cancer [7, 10].

Spelt is used for baking, brewing, production of pasta, self-supplied animal fodder as well as a number of regional specialities (e.g., the Grünkern of southern Germany) [11].

This study reports effect addition of wholemeal spelt flour on some baking characteristics of wheat flour.

Materials and methods

Materials

Fine wheat flour T650, wholemeal spelt flour, salt, sugar, oil and yeast. All raw materials were procured from the local market in Slovakia. Blends of fine wheat flour and wholemeal spelt flour were prepared by replacing wheat flour with spelt flour at 0, 3, 5, 10, 15, 30, 50 and 100%.

Samples preparation

In the test baking dough (wheat flour or wheat-spelt blend flour 300 g, salt 5.63 g, sugar 3.22 g, yeast 12.06 g, sunflower oil 7.50 g and water to farinographic consistency 400 farinographic units – FU) was mixed during 6 minutes in farinographic mixing bowl. After 20 min fermentation, the dough was divided into 100 g loaves, formed on dough former, proofed 45 min and baked in an electric oven during 13 min at 230°C.

Methods

The measurement of pH was performed using a pH meter InoLab pH Level 2 (WTW Weilheim, Germany). AACC International Approved Method (02-31) method was used for determination of titrable acids (mmol/kg). ICC methods were used for determination of moisture (ICC standard No. 110/1), ash (ICC standard No. 104/1) and starch (ICC standard No. 122/1). Protein was determined by the Kjeldahl method (979.09) (AOAC, 1990), using a nitrogen to protein conversion factor of 5.7. Slovak Technical Norms were used for determination of wet, dry gluten and wet gluten characteristics (STN 46 1011).

For farinographic determination farinograph Brabender (Germany) was used. Standard method (ISO 5530-1: Wheat flour-Physical characteristics of dough, Part 1: Determination of water absorption and rheological properties using a farinograph was

used for farinographic tests. All farinographic tests were repeated three times and the values presented are means of three replications.

The loaf quality and sensory attributes were evaluated after cooling for 2 h at room temperature. Sensory evaluation was accomplished by the 4-point hedonic scale determination by 7 assessors. The assessors evaluated: shape of product, crust colour and thickness/hardness, crust/crumb odour and taste, crumb: elasticity, porosity colour, resistance to the bite and adhesiveness to palate on longer chewing). Evaluation of loaf quality included: the loaf volume (cm^3), specific loaf volume (cm^3 per 100 g of loaf), cambering (loaf height/width ratio). Millet seeds were used to measure loaf volume as a difference of volume of empty bowl and the bowl with the baked loaf.

Results and discussion

Chemical Characteristics of Fine Wheat and Wholemeal Spelt Flour

In general, spelt may contain higher levels of protein, soluble dietary fiber and minerals depending on the genotype. Thus, spelt consumption could have nutritional consequences relative to common wheat [10]. Abdel-All et al. [5, 10] found in several spelt cultivars 14.9–16%, in hard spelt 17.4% and in the soft spelt 16.5% of proteins, conversely Zielinski et al. [12] found in ten spelt wheat strains originated from Polish breeding only 7.5–10.8% of proteins. Lacko-Bartošová and Rádlová [13] determined in different spelt varieties more than 60% of starch, Abdel-All et al. [5] shows higher content of starch (60.9–65.8%).

Table 1

Chemical characteristics of fine wheat and wholemeal spelt flour.
Chemiczna charakterystyka mąki pszennej i orkiszowej.

Distinguishing mark Wyróżniki	Wheat flour Mąka pszenna	Spelt flour Mąka orkiszowa
pH	6.10 ± 0.02	5.92 ± 0.02
Titrate acids [mmol kg^{-1}] Kwasowość miareczkowa	30.28 ± 1.2	44.20 ± 0.5
Moisture [%] Wilgotność	11.93 ± 0.2	10.65 ± 0.2
Ash [% in dry matter] Popiół [% suchej masy]	0.68 ± 0.01	2.21 ± 0.02
Starch [%] Skrobia	87.89 ± 0.8	66.66 ± 0.6
Protein N-substances x 5.7 [%] Białko (Nx5,7)	11.20 ± 0.2	17.30 ± 0.3

Mean value ± standard deviation, n = 3 / Wartość średnia ± odchylenie standardowe

Table 1 summarised the chemical properties and Table 2 gluten characteristics flours used in this study. Wholemeal spelt flour applied in this study was characterised by higher content of proteins (17.3%) and ash (2.2%), lower starch content (66.7%) and had higher gluten content in comparison with wheat flour. The higher protein content in spelt wheat is reported thanks to the higher protein portion of aleuron layer [4]. High ash content in wholemeal spelt flour can be due to the high content of macro- and microelements, confirming previous observation that spelt grain is a richer source of phosphate, zinc, copper and selenium when compared to other cereal grains [12].

Table 2

Gluten characteristics for fine wheat and wholemeal spelt flour.
Charakterystyka glutenu z mąki pszennej i orkiszowej.

Gluten features Cechy glutenu	Wheat flour Mąka pszenna	Spelt flour Mąka orkiszowa
Wet gluten [% in dry matter] Gluten [% suchej masy]	31.55 ± 0.4	40.99 ± 0.5
Extensibility of gluten [cm] Rozciągliwość glutenu	10.70 ± 0.2 medially extensible średnio rozciągliwy	15.80 ± 0.3 extensible rozciągliwy
Sweeling of gluten [cm ³] Pęcznienie glutenu	18 ± 0.5	6 ± 0.5
Dry gluten [% in dry matter] Suchy gluten [% suchej masy]	10.3 ± 0.4	16.0 ± 0.3

Explanatory notes as in Tab. 1 / Objasnienia, jak w tab. 1.

The amount of wet gluten as an indicator is closely connected with the baking quality of bread grains. For food wheat the demand is minimum 25% of gluten [4]. Lacko-Bartošová and Rádlová [13] presented that the content of wet gluten of different spelt wheat varieties ranged from 31.01 to 39.50% and Bojňanská and Frančáková [4] found that wet gluten content in 5 spelt cultivars varied between 30.60 and 51.80%. Zielinski et al. [12] found in spelt wheat strains originated from Polish breeding from 30.1 to 37.2% of wet gluten. We found that the content of gluten in the Slovak wholemeal spelt flour was about 1.3 times higher as in the fine wheat flour. Gluten quality is characterised by the degree of extensibility and elasticity [14]. Spelt wheat flour gluten was more dispersed with less flexibility and was more extensible as fine wheat flour.

Farinograph characteristics of blend flours

Several authors presented that dough made from spelt flours is characterised by lower stability, less elasticity, and higher extensibility than common wheat dough.

Spelt dough is very soft and sticky after kneading; thus, handling spelt dough is more difficult, and the loaf volume is generally lower than modern wheat cultivars [2, 5, 15, 16, 17]. The effect of different levels of spelt flour on farinograph characteristics is shown in Table 3.

Table 3

The effect of different additives of spelt flour on farinograph characteristics of wheat flour.
Charakterystyka farinograficzna mąki pszennej z różnymi dodatkami mąki orkiszowej.

Addition of spelt flour [%] Dodatek mąki orkiszowej	Water absorption [%] Absorpcja wody	Dough development time [min] Czas rośnięcia ciasta	Degree of softening [FU] Stopień mięknięcia	Mixing tolerance index [FU] Wskaźnik tolerancji mieszania	Dough stability [min] Stabilność ciasta
0	60.1 ± 1.5	3.5 ± 0.1	77.8 ± 1	90 ± 3	5.5 ± 0.3
3	60.3 ± 2.0	3.55 ± 0.1	81.0 ± 1	81 ± 3	5.36 ± 0.2
5	61.0 ± 2.0	3.65 ± 0.2	83.5 ± 2	80.3 ± 2	5.3 ± 0.2
10	61.2 ± 1.5	3.95 ± 0.2	87.5 ± 1	77.0 ± 2	5.15 ± 0.2
15	61.6 ± 1.5	4.0 ± 0.25	89 ± 2	74.0 ± 2.5	4.8 ± 0.1
30	63.2 ± 2.5	4.05 ± 0.3	100 ± 3	70.0 ± 2.5	4.6 ± 0.2
50	65.0 ± 2.0	4.15 ± 0.3	125 ± 2	65 ± 2	3.8 ± 0.1
100	69.3 ± 2.0	4.25 ± 0.3	175 ± 4	56.0 ± 1	3.5 ± 0.1

Explanatory notes as in Tab. 1 / objaśnienia, jak w tab. 1.

Water absorption gives an indication of the potential of the protein molecules to absorb moisture. Higher protein content flour generally results in higher water absorption [18]. It was clear that the water absorption for the wheat flour was 60.1% and it ranged between 60.3 and 69.3% with increase in the spelt flour from 3 to 100% in the blends. Ceglinska [16] found lower water absorption for spelt (62%), Bonafaccia et al. [3] noted water absorption of 58% and Pruska-Kędzior et al. [17] observed only 57.7% water absorption capacity for spelt flour.

The dough development time of spelt-wheat blend dough increased from 3.5 to 4.25 min indicating slower hydration at higher levels of spelt flour.

A longer dough stability period indicates a stronger tolerance to mixing and greater flexibility in blending operations [19]. Bojňanská et al. [4] and Bonifacia et al. [3] determined shorter dough stability for spelt flour in comparison with hard red winter wheat. The dough stability was shortened from 5.5 min to 3.5 min with increase in the spelt flour from (0 to 100% in the blends). Schober et al. [20] found that spelt dough had less mixing tolerance index in comparison with wheat dough. Mixing tolerance index samples of wheat-spelt dough decreased with increasing addition of spelt flour from 81 to 56 FU. Stiegert and Blanc [19] stated that higher weakening degree

numbers indicate lower dough stability. Our results were in agreement in these authors. Further it was found that dough prepared only from wholemeal spelt flour were very soft and sticky during kneading. This fact can be explained thereby that rheological properties of spelt gluten are predominated by gliadins as a very sticky monomeric plasticizer, while those of common wheat gluten by glutenins as a networking polymeric factor [17].

The sensory analysis and loaf quality

The baking experiments were performed on blend flour samples containing from 0 to 50% of spelt flour because dough prepared only from wholemeal spelt flour was very sticky. Results of baking experiments are presented in Table 4.

Table 4

Results of baking experiments of bread using different spelt flour.

Wyniki próbnego wypieku chleba z udziałem różnych dodatków mąki orkiszowej.

Distinguishing mark Wyróżniki	Addition of spelt flour [%] / Dodatek mąki orkiszowej						
	0	3	5	10	15	30	50
Amount of added water [cm ³] Dodatek wody	180 ± 1	183 ± 0.5	185 ± 1.5	186,8 ± 1	187,3 ± 1	194.3 ± 1.5	199 ± 1.5
Before baking weight [g] Masa przed wypiekiem	100.3 ± 0.1	100.3 ± 0.1	100.1 ± 0.2	100.1 ± 0.15	100.1 ± 0.15	100.03 ± 0.2	100.03 ± 0.2
After baking weight [g] Masa po wypieku	87.7 ± 0.2	87.5 ± 0.3	87.4 ± 0.2	87.6 ± 0.25	86.5 ± 0.1	88.4 ± 0.1	87.7 ± 0.2
Loaf volume [cm ³] Objętość bochenka	328.3 ± 4.5	322.1 ± 5	319 ± 4.8	318 ± 3.6	313.1 ± 4	311.7 ± 4.3	278.3 ± 4.7
Specific volume [ml/100g] Objętość właściwa	369.8 ± 6	368.1 ± 5.4	365 ± 5.1	363 ± 6.5	362 ± 5.9	352.5 ± 6.8	317.3 ± 6.2
Cambering Sklepienie	0,620 ± 0.05	0.575 ± 0.04	0.539 ± 0.04	0.504 ± 0.03	0.482 ± 0.04	0.396 ± 0.03	0.344 ± 0.025
Baking loss [%] Strata piecowa	12.5 ± 0.5	12.7 ± 0.4	12.7 ± 0.4	12.4 ± 0.3	13.5 ± 0.4	11.6 ± 0.2	12.4 ± 0.3

Explanatory notes as in Tab. 1 / objaśnienia, jak w tab. 1.

The loaf volume and its specific volume are very important indicators for bread making quality [4]. The effect different levels of spelt flour on loaf volume and specific volume is showed in the Fig. 1.

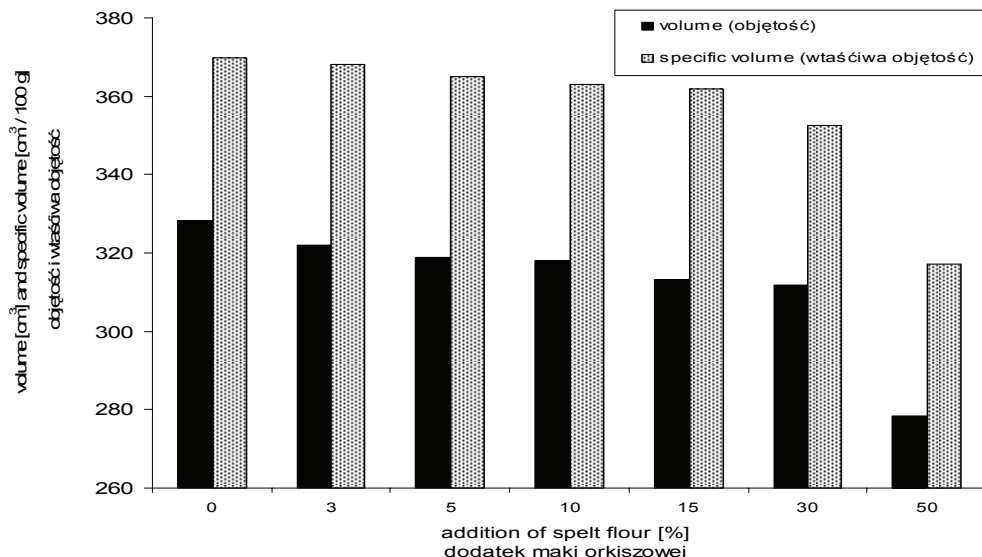


Fig. 1. Effect of spelt flour addition on volume and specific volume of loaves.

Rys. 1. Wpływ dodatku mąki orkiszowej na objętość i objętość właściwą.

These parameters decreased with the increasing content of spelt flour in the flour blend. The highest decreasing was observed at 50% addition of spelt flour in the flour blend (about 1.8 times). Cambering is an important parameter because spelt bread tends to become flat [12]. The cambering values between 0.601 and 0.700 are regarded to good and cambering values under 0.5 are not considered to sufficient. [21]. The cambering of our baked goods decreased from 0.620 (fine wheat loaves) to 0.344 with increasing content of spelt flour in the blend flour. Values under 0.5 were observed in blends contained 15, 30 and 50% addition of spelt flour. Conversely Bojňanská and Frančáková [4] found higher cambering values for baked goods (0.6–0.7) prepared only from spelt flour.

Abdel-Aal et al. [15] found out that bread made from spelt flour only had worse volume, texture and crumb colour in comparison to bread made from hard red spring wheat. The sensory aspect of such bread was evaluated as average. Conversely, Bojňanská and Frančáková [4] showed that acceptability of spelt breads in the sensory test was good and the loaves made from Holsterkorn, Schwabenkorn and Baulärde Spelz cultivars were evaluated as the best one according to the taste evaluation. Diagram of loaf sensory evaluation is presented to Fig. 2.

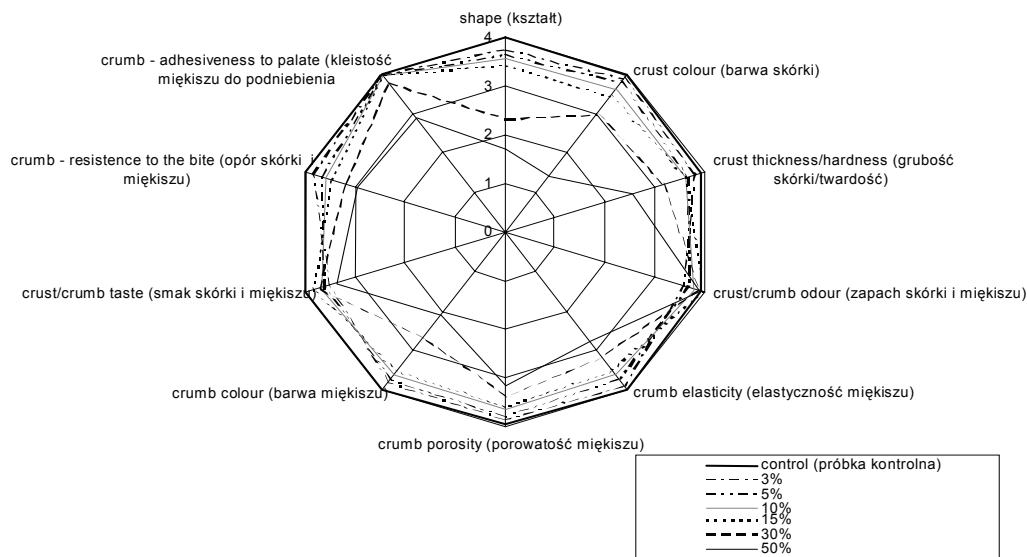


Fig. 2. Effect of spelt flour addition on sensory parameters of baked goods.

Rys. 2. Wpływ dodatku mąki orkiszowej na charakterystykę sensoryczną pieczywa.

The shape products contained 30 and 50% of spelt flour had

The crust and crumb colour was darker with increasing addition of spelt flour. The assessors evaluated as the most acceptable baked goods prepared with blend contained 15% of spelt flour. These products had also the most pleasant crust/crumb taste and odour. The crumb samples contained 30 and 50% of spelt flour was fewer elastic and samples were soften in compare with wheat baked goods. Samples with addition of 15 and more percent of spelt flour have a slightly perceptible nutty taste.

Conclusion

Spelt showed behaviour different from modern wheat in baking. Addition of wholemeal spelt flour affected the dough properties, baking quality and sensory parameters.

Baked goods prepared from spelt flour had a lower volume, specific volume and a rather open grain and coarse texture. For assessors the products containing 15% of spelt flour was the most acceptable. In conclusion for preparation these type of products we recommended application of improvement agent for example ascorbic acid to reduction of the dough extensibility [4] and improvement both texture and loaf volume [22].

Acknowledgement

This paper was supported by the Slovak Grant Agency for Science VEGA (Grant No. 1/3546/06), APVT (Grant No. 20-002904), AV (Grant No. 4/0013/07) and APVV (Grant No. 031006).

Literatura

- [1] Puumalainen P., Nykopp H., Tuorilaw H.: Old Product in a New Context: Importance of the Type of Dish for the Acceptance of Gru'nkern, a Spelt-Based Traditional Cereal. *Lebensm.Wiss. Technol.*, 2002, **35**, 549-553.
- [2] Zanetti S., Winzeler M., Feullet C., Keller B., Messner M.: Genetic analysis of bread-making quality in wheat and spelt. *Plant Breeding*, 2001, **120**, 13-19.
- [3] Bonifácia G.V., Galli V., Francisci R., Mair V., Skrabanja V., Kreft I.: Characteristics of spelt wheat products and nutritional value od spelt wheat- based bread. *Food Chem.*, 2000, **68**, 437-441.
- [4] Bojňanská T., Frančáková H.: The use of spelt wheat (*Triticum spelta L*) for baking applications. *Rostl. Výr.*, 2002, **48 (4)**, 141-147.
- [5] Abdel-Aal E.S., Hulc P., Sosulski F. W.: Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats. *Cereal Chem.*, 1995, **72**, 621-624.
- [6] Grela E.R.: Nutrient composition and content of antinutritional factors of spelt (*Triticum spelta L*) cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, 1996, **71**, 399-404.
- [7] Lacko-Bartošová M., Otepka P.: Evaluation of choosen yield components of spelt wheat cultivars. *J. Central Eur. Agric.*, 2001, **2 (3-4)**, 279-284.
- [8] Ranhorta G.S., Gelroth J.A., Glaser B.K., Lorenz K.J.: Baking and nutritional qualities of spelt wheat sample. *Lebensm. Wiss Technol.*, 1995, **28**, 118-122.
- [9] Rozeng R.: Phytosterol analysis and characterisation in spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta L.*) and wheat (*T. aestivum L.*) lipids by LC/APCI-MS. *J. Cereal Sci.*, 2003, **38**, 189-197.
- [10] Abdel-aal E. S., Hucl P.: Amino acid composition and in vitro digestibility of selected ancient wheat and their preproducts. *J. Food Comp. Anal.*, 2002, **15**, 737-747.
- [11] Büren M., Lüthy J., Hübner P.: A spelt-specific γ -gliadin gene: discovery and detection. *Theor. Appl. Gen.*, 2000, **100**, 271-279.
- [12] Zielinski H., Ceglinska A., Michalska A.: Bioactive compounds in spelt bread. *Eur. Food Res. Technol.*, 2007 (in press).
- [13] Lacko-Bartošová M., Rédlová M.: The significance of spelt wheat cultivated in ecological farming in the Slovak Republic. In: *Proceeding of conference Organic farming, Praha: ČZV, 2007*, pp. 79-81.
- [14] Šimić G., Horvat D., Jurković Z., Drezner G., Novoselović K., Dvojković K.: The genotype effect on the ratio of wet gluten content to total wheat grain protein. *J. Central Eur. Agric.*, 2006, **7 (1)**, 13-18.
- [15] Abdel-Aal E.S.M., Hucl P., Sosulski F.W., Bhirud P.R.: Kernel, milling and baking properties of spring einkorn and spelt wheats. *J. Cereal Sci.*, 1997, **26 (3)**, 363-370.
- [16] Ceglińska A.: Technological value of a spelt and common wheat hybrid. *Electric J. Polish Agric. Universities.*, 2003, **6 (1)**, 1-9.
- [17] Pruska-Kedzior A., Kedzior Z., Klockiewicz-Kaminska E.: Comparison of viscoelastic properties of gluten from spelt and common wheat. *Eur Food Res Technol.*, 2007 (in press).
- [18] Meintjés G. D.: The use of HPLC for quality prediction of South African wheat cultivars. *Wyd. University of the Free State, Bloemfontein* 2004.

- [19] Stiegert K., Blanc J. P.: Japanese demand for wheat protein quantity and quality. *J. Agric. Res. Econ.* 2000, **22** (1), 104-119.
- [20] Schober T. J., Clarke I., Kuhn M.: Characterisation of functional properties of gluten proteins in spelt cultivars using rheological and quality factor measurements. *Cereal Chem.*, 2002, **79** (3), 408-417.
- [21] Smelík A.: Laboratorium odboru – Chémia a technológia sacharidov. Wyd. Edičné stredisko SVŠT, Bratislava 1987.
- [22] Demirap H., Celik S., Koxsel H.: Effects of oxidizing agents and defatting on the electrophoretic patterns of flour proteins during dough mixing. *Eur. Food Res. Technol.*, 2000, **211**, 322-325.

WPLYW DODATKU MĄKI PSZENICY 'ORKISZ' NA WŁAŚCIWOŚCI CIASTA I JAKOŚĆ CHLEBA PSZENNEGO

S u m m a r y

Badano wpływ zastąpienia mąki pszennej mąką z orkiszem na właściwości reologiczne ciasta, wartość wypiekową i sensoryczną akceptowalność pieczywa. Stwierdzono że zwiększanie dodatku mąki orkiszowej powoduje wzrost absorpcji wody i wpływa na przedłużenie czasu wyrobienia ciasta. Dodatek mąki orkiszowej wpływa również na wypiek i parametry sensoryczne produktów. Badania sensoryczne wykazały, że uzyskane wypieki miały najlepszą jakość, gdy dodatek mąki orkiszowej wynosił 15%.

Key words: orkisz, farinograf, wartość wypiekowa ☒

AGNIESZKA WÓJTOWICZ

OCENA WYBRANYCH CECH JAKOŚCIOWYCH EKSTRUDOWANYCH ZBOŻOWYCH KASZEK BŁYSKAWICZNYCH

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki pomiarów wybranych cech jakościowych oraz ocenę sensoryczną błyskawicznych kaszek zbożowych wytworzonych w jednoślindakowym ekstruderze w zakresie temperatury 130-145°C. Zastosowano zróżnicowane receptury surowcowe: kaszka kukurydziana, kaszka kukurydziana – mąka ryżowa (50:50), kaszka kukurydziana – kasza manna (50:50), kaszka kukurydziana – mąka z kaszy gryczanej (50:50) oraz różny poziom nawilżenia mieszanek poddawanych obróbce ciśnieniowo-termicznej (dodatek 5 i 10% wody). Badano wilgotność, gęstość w stanie usypowym, gęstość utrzęsioną, WAI i kąt zsypania suchych ekstrudatów rozdrobionych do postaci kaszek oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną błyskawicznych kaszek przygotowanych do spożycia z dodatkiem mleka.

Wyniki pomiarów poszczególnych cech fizycznych wykazały wpływ zarówno receptury surowcowej, jak i poziomu nawilżenia mieszanek na wartości otrzymanych wyróżników jakościowych. Im wyższe było nawilżenie mieszanki, tym wyższe wartości gęstości usypowej i utrzęsionej oraz wodochłonności uzyskano w badaniach. Najlepszymi cechami sensorycznymi charakteryzowały się kaszki kukurydziano-ryżowe o delikatnym smaku i jednorodnej, gładkiej konsystencji. Kaszki o dużej wodochłonności charakteryzowały się dobrą, jednolitą konsystencją oraz wyraźnym, prawidłowym smakiem, typowym dla użytych surowców. Zastosowanie gryki nadało kaszkom ciemnokremową barwę i charakterystyczny posmak, które jednak w subiektywnej ocenie może mieć wpływ na ograniczoną akceptację konsumentką.

Słowa kluczowe: ekstruzja, kukurydza, ryż, kasza manna, gryka, jakość ekstrudatów

Wstęp

Obecnie obserwuje się tendencję do spożywania żywności wymagającej niezbyt długiego czasu przygotowywania, dlatego też kaszki błyskawiczne stają się produktami coraz bardziej poszukiwanymi przez konsumentów. Kleiki i kaszki zbożowe są to produkty w postaci sypkiej, otrzymywane z mąki ryżowej, kukurydzianej, pszennej, owsianej lub gryczanej, zawierające łatwo przyswajalną skrobię. Służą do szybkiego przygotowywania posiłków z udziałem mleka lub wody. Wśród kaszek można

wyróżnić kaszki zbożowe błyskawiczne bez dodatków, mleczno-zbożowe błyskawiczne z dodatkiem pełnego mleka w proszku i cukru oraz mleczno-owocowe błyskawiczne z dodatkiem pełnego mleka w proszku, proszków owocowych, cukru i witaminy C [3, 12]. Są one szeroko stosowane do przyrządzania lekkostrawnych śniadań dla dzieci, osób dorosłych, osób starszych, w żywieniu rekonwalescentów oraz przy niektórych schorzeniach metabolicznych i w żywieniu dietetycznym. Odżywki te są łatwo strawne, charakteryzują się wysoką wartością odżywczą i atrakcyjnymi walorami sensorycznymi.

Proces technologiczny kleików zbożowych zazwyczaj obejmuje następujące operacje: przygotowanie surowca, odważanie, dozowanie, obróbkę mąki z wodą, suszenie walcowe, rozdrabnianie i pakowanie. Produkcja kaszek mleczno-zbożowych lub mleczno-owocowych polega na wymieszaniu ze sobą uprzednio przygotowanych składników recepturowych (w postaci proszku), a w przypadku stosowania owoców mrożonych lub przecierów owocowych na wysuszeniu mieszaniny w suszarce walcowej [11].

Inną metodą wytwarzania kaszek i kleików zbożowych jest ekstruzja, która polega na wytłaczaniu surowców pochodzenia roślinnego pod dużym ciśnieniem i w wysokiej temperaturze, wywołujących w przetwarzanych materiałach zmiany fizykochemiczne i sensoryczne, a tym samym jakościowe. Zakres tych zmian zależy w głównej mierze od przyjętych parametrów procesu ekstruzji oraz od zastosowanej receptury. W czasie ekstruzji HTST (*ang. high temperature, short time*) produktów zbożowych następuje skleikowanie skrobi, co powoduje znaczne zwiększenie chłonności wody i wpływa na zmiany lepkości produktu po rozpuszczeniu w wodzie oraz podnosi wartość odżywczą występujących w nich białek [2, 7, 8]. Jednym z najważniejszych czynników decydujących o intensywności przemian chemicznych i fizykochemicznych jest woda. W przypadku skrobi, białek i węglowodanów nieskrobiowych dostępność wody wolnej decyduje o mechanizmie kleikowania skrobi, denaturacji białek i depolimeryzacji węglowodanów nieskrobiowych. Całkowite skleikowanie skrobi w temp. poniżej 100°C wymaga co najmniej 40% zawartości wody, co odpowiada aktywności wody $a_w = 1$. Taką aktywność wody można również osiągnąć przy wilgotności surowca 20% w warunkach podwyższonego ciśnienia. Jeśli wilgotność surowca skrobiowego jest niższa niż 20%, nie ma wystarczającej ilości wody wolnej do kleikowania skrobi, wtedy przemiany skrobi są wynikiem jej kleikowania i topnienia struktur krystalicznych w temp. wyższej niż 100°C. W technologii ekstruzji stosuje się różne zakresy wilgotności, zazwyczaj od 15 do 35%, a zatem kleikowanie skrobi zachodzi przy odpowiednio dobranym profilu temperaturowo-ciśnieniowym procesu [2, 4, 5].

Fizykochemiczne właściwości ekstrudatów skrobiowych (niska rozpuszczalność i lepkość) sprawiły, że tego typu produkty są bardzo konkurencyjne w stosunku do wyrobów uzyskiwanych metodami tradycyjnymi (np. suszenie walcowe czy modyfika-

cje chemiczne) [4, 8]. Delikatne, łatwo przyswajalne kleiki i kaszki zbożowe otrzymywane z wysokiej jakości surowców, i z zastosowaniem techniki ekstruzji, można podawać dzieciom już od wczesnych miesięcy życia. Mogą być one podstawą wartościowych posiłków mlecznych i bezmlecznych o półpłynnej konsystencji. Kaszki zbożowe z dodatkiem owoców ułatwiają wprowadzenie do diety pierwszych owocowych smaków [3, 11, 12]. Oprócz skrobi oraz witamin zawierają błonnik, co korzystnie wpływa na trawienie. Ubytki zawartości witamin podczas ekstruzji często są uzupełniane przez uzupełnianie ekstrudatu mieszankami witaminowymi oraz dodatkami smakowymi, co umożliwia wytworzenie szerokiej gamy pełnowartościowych błyskawicznych kaszek zbożowych dla dzieci [5, 7].

Celem pracy było wytworzenie ekstrudowanych błyskawicznych kaszek zbożowych o zróżnicowanym składzie surowcowym oraz ocena wybranych cech jakościowych uzyskanych produktów.

Material i metody badań

W Laboratorium Oceny Środków i Urządzeń Spożywczych AR w Lublinie przeprowadzono obróbkę ciśnieniowo-termiczną zróżnicowanych mieszanek surowców zbożowych w celu wytworzenia ekstrudatów. Skład surowcowy mieszanek był następujący: I - kaszka kukurydziana (100), II - kaszka kukurydziana – ryż (50:50), III - kaszka kukurydziana – kasza manna (50:50), IV - kaszka kukurydziana - kasza gryczana (50:50). Surowce rozdrabniano do postaci mąki i mieszano w odpowiednich proporcjach oraz nawilżano. Próbkę przetwarzano bez dodatku i z dodatkiem 5 oraz 10% wody. Ekstruzję prowadzono w jednoślismakowym ekstruderze TS-45 (Metalchem, Gliwice) wyposażonym w matrycę z 2 otworami o średnicy 2 mm, w zakresie temp. od 130 do 145°C w poszczególnych sekcjach ekstrudera, przy prędkości obrotowej elementu roboczego ekstrudera 100 obr·min⁻¹. Otrzymane ekstrudaty rozdrabniano do postaci kaszki o granulacji 1,5 mm i poddawano badaniom wybranych wyróżników jakościowych.

Oznaczano wilgotność metodą suszarkową [9], gęstość usypową wg ASAE Standard [1], gęstość utrzęsioną z użyciem aparatu Becker-Rosenmüllera, polegającą na wytrząsaniu porcji materiału w cylindrze przez 10 min przy amplitudzie 10 mm i częstotliwości drgań 150 min⁻¹ oraz określeniu zmian jego objętości, wskaźnik wodochłonności metodą ociekową [5, 13] oraz kąt zsypania [13], jako cechy istotne zarówno w produkcji, jak i użytkowaniu przez konsumentów tego typu produktów. Badania przeprowadzono w sześciu powtórzeniach, jako wynik przyjmując średnią z uzyskanych pomiarów. Ocena cech sensorycznych przeprowadzana była po zalaniu kaszek ciepłym mlekiem i wymieszaniu do uzyskania półpłynnej konsystencji. Panel oceniający (10 osobowy) zapoznany z nomenklaturą i procedurą badania [10] oceniał wygląd, barwę, smak,

zapach i konsystencję przygotowanych kaszek w skali 5-punktowej, w której 5 było oceną najwyższą, zaś 1 najniższą.

Wyniki poddano analizie statystycznej w programie Statistica, wykonując dwuczynnikową analizę wariancji przy zakładanym poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Istotność różnic między średnimi wyznaczano testem Duncana.

Wyniki i dyskusja

Wilgotność ekstrudatów w postaci błyskawicznych kaszek zbożowych ma decydujące znaczenie w procesie przechowywania i utrzymania walorów sensorycznych oraz mikrobiologicznych. Wilgotność ekstrudatów bez dodatku wody wahała się w granicach od 6,17 do 7,29%. Kaszki wytworzone z mieszanek dowilżonych charakteryzowały się wilgotnością od 8,10 do 8,70% i zauważalny był wzrost wilgotności kaszki wraz z ilością wody dodawanej podczas dowilżenia. Najmniejszą wilgotność wynoszącą 6,17% określono w produkcie kukurydziano-ryżowym, zaś największą odnotowano w kaszkach wytworzonych z receptury II, tzn. z kaszki kukurydzianej i kaszy manny, co mogło być spowodowane dużą wodochłonnością kaszy manny związaną z obecnością glutenu. Wyniki te wskazują na konieczność podsuszenia kaszek do wilgotności ok. 5% przed paczkowaniem. Badania asortymentu produktów przekąskowych przeprowadzone przez Jonesa i wsp. [6] przedstawiają wilgotność ekstrudatów zbożowych w granicach od 1,13% (pierścionki kukurydziane) do 8,4% (pierścionki kukurydziane z dodatkiem otrąb owsianych i błonnika).

Wartości gęstości usypowej określane są jako główny wyznacznik przy projektowaniu lejów zasypowych czy zbiorników magazynowych, ale także odpowiedniej wielkości opakowań jednostkowych na kaszki zbożowe. Gęstość wyrobów ekstrudowanych jest zależna zarówno od receptury, jak i parametrów procesu np. zawartości wody czy ciśnienia wyłaczania. Stwierdzono wyższą gęstość usypową kaszek wytwarzanych z dodatkiem wody niezależnie od zastosowanej receptury surowcowej. Najniższe spośród analizowanych wartości, od 201 do 297 kg/m³, uzyskały kaszki wyprodukowane według receptury IV z udziałem kaszy gryczanej, zaś najwyższe, do 402 kg/m³, produkty wytworzone według receptury III z udziałem kaszy manny (tab. 1). Według badań różnych autorów gęstość w stanie usypowym maleje wraz ze wzrostem stopnia skleikowania skrobi oraz ekspandowaniem produktów [5, 5]. Jones i wsp. [6] oznaczyli wartości gęstości usypowej bezpośrednio ekspandowanych uformowanych produktów zbożowych: pierścionków kukurydzianych - 15 kg/m³, płatków kukurydzianych - 38 kg/m³ oraz 144 kg/m³ podczas badania peletów. Wyroby ekstrudowane według Fornal [4] charakteryzowały się gęstością na poziomie od 150 do 650 kg/m³ w zależności od receptury i warunków procesu.

Tabela 1

Wyniki pomiarów wybranych cech jakościowych błyskawicznych ekstrudowanych kaszek zbożowych.
The results of chosen quality characteristics of instant cereal grits made by extrusion-cooking.

Receptura Recipe	Dodatek wody Water addition [%]	Wilgotność Moisture [%] ± SD	Gęstość uspowa Bulk density [kg/m ³] ± SD	Gęstość utrząsiona Shaked densi- ty [kg/m ³] ± SD	Kąt zsypania Repose angle [°] ± SD	Wodochłonność Water absorp- tion [%] ± SD
I	0	7,29 ± 0,31	248,70 ± 0,62	336,81 ± 0,13	29,3 ^a ± 0,23	213,0 ± 2,65
	5	8,71 ^{acd} ± 0,07	362,62 ± 0,64	478,31 ± 0,24	28,0 ± 0,01	221,5 ± 1,25
	10	8,30 ^b ± 0,64	390,12 ± 1,22	503,20 ± 0,29	27,2 ^b ± 0,23	332,5 ± 2,33
II	0	6,17 ± 0,01	282,20 ± 0,34	388,34 ± 0,09	29,7 ^a ± 0,94	347,5 ± 1,65
	5	8,33 ^b ± 0,02	378,36 ± 0,28	496,52 ± 0,15	26,3 ± 0,47	324,5 ± 1,42
	10	8,53 ± 0,13	384,86 ± 0,65	501,57 ± 0,65	24,7 ^c ± 0,47	249,5 ± 1,11
III	0	6,98 ± 0,04	314,06 ± 0,89	423,06 ± 0,85	23,6 ^d ± 0,47	208,0 ^a ± 0,78
	5	8,75 ^a ± 0,03	364,26 ± 0,67	482,06 ± 0,93	24,3 ^c ± 0,47	225,0 ± 0,99
	10	8,69 ^{cd} ± 0,05	402,32 ± 1,13	525,34 ± 0,72	25,3 ^c ± 0,47	371,0 ^b ± 1,06
IV	0	6,77 ± 0,11	201,80 ± 0,88	276,51 ± 0,96	27,3 ^b ± 0,47	207,5 ^a ± 2,34
	5	8,11 ± 0,08	268,58 ± 0,96	350,81 ± 0,54	25,3 ^c ± 0,68	373,5 ^b ± 1,16
	10	8,67 ^{acd} ± 0,07	297,00 ± 1,11	384,82 ± 0,98	23,3 ^d ± 0,47	391,0 ± 1,88

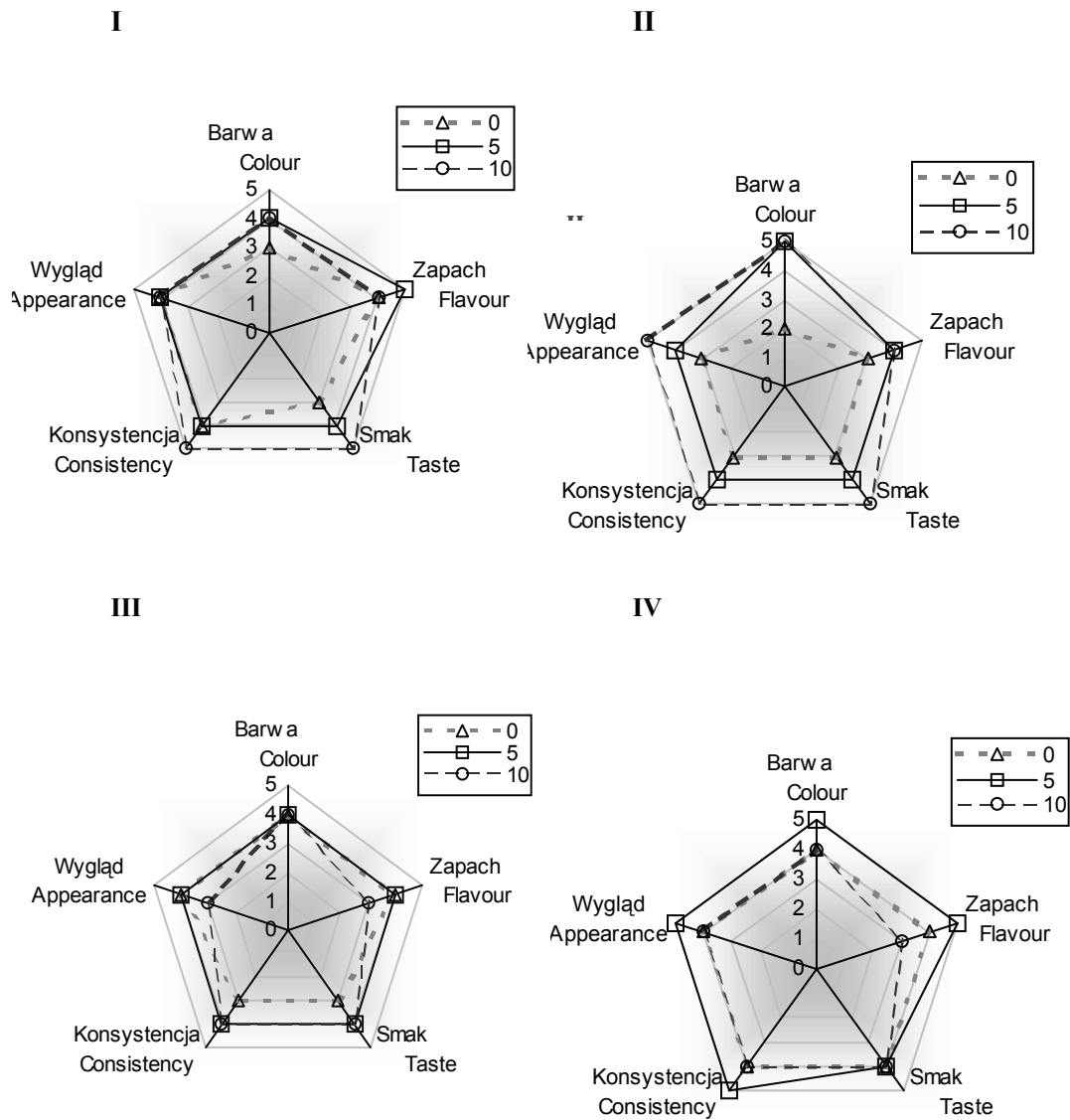
Objasnienia: / Explanatory notes:

n = 6; SD – odchylenie standardowe / standard deviation;

a, b, c – wartości średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności

$\alpha = 0,05$; / mean values followed the same letter are not statistically significantly different at $\alpha = 0.05$.

Wskaźnik wodochłonności jest miarą zdolności pochłaniania i utrzymywania wody przez badane próbki. W znaczącym stopniu zależy od zastosowanej temperatury obróbki termicznej w czasie wytwarzania ekstrudatów oraz zawartości wody w surowcach [2, 4, 5]. Wskaźnik wodochłonności w największym stopniu zależał od zastosowanej receptury oraz ilości wody dostępnej podczas ekstruzji surowców zbożowych. Największą wodochłonnością na poziomie 391% charakteryzowały się kaszki kukurydziano-gryczane wytwarzane z 10-procentowym dodatkiem wody (tab. 1). Wodochłonność zwiększała się wraz ze zwiększaniem dodatku wody, jedynie kaszki z udziałem mąki ryżowej wykazały tendencję odwrotną – większy dodatek wody powodował zmniejszanie zdolności absorbowania wody. Badania ekstrudowanych produktów zbożowych przeprowadzone przez Jonesa i wsp. [6] wykazały wartości wodochłonności peletów na poziomie 290%, zaś kulek zbożowych – 630%. Wskaźnik absorpcji wody był większy przy wyższej zawartości skrobi w surowcach. Fornal [4], badając ekstrudaty spożywcze, określała wodochłonność produktów o różnym składzie



Rys. 1. Wyniki oceny cech sensorycznych w skali 5-punktowej kaszek zbożowych z dodatkiem mleka w zależności od dodatku wody do zastosowanych receptur surowcowych.

Fig. 1. The results of sensory evaluation in 5-score scale of instant cereal grits with milk addition depending on water addition for different recipes.

surowcowym oraz z różnymi dodatkami. Wyniki badań ekstrudatów z mąki owsianej kształtowały się na poziomie od 210 do 620%, dodatek skrobi ziemniaczanej wpłynął na zwiększenie wodochłonności do 690%. Natomiast wodochłonność ekstrudatów z udziałem mąki gryczanej i białek mleka wahała się w granicach od 440 do 570% ze względu na mniejszy udział skrobi w recepturze.

Kąt zsyphu ekstrudowanych kaszek wahał się w granicach od $23,3^\circ$ do $29,7^\circ$, wskazując minimalny kąt nachylenia pochylni i zsyphów podczas operacji transportu, magazynowania i pakowania. Z przeprowadzonych badań wynika, że kaszki wytwarzane bez dodatku wody wymagały większego nachylenia zsyphów i pochylni w porównaniu z kaszkami, do których podczas procesu produkcji była dodana woda. Odwrotną zależność określono jedynie w przypadku kaszek z udziałem kaszy manny w recepturze, gdzie kąt zsyphu zwiększał się w miarę zwiększania ilości dodanej do surowców wody (tab. 1).

Podczas oceny sensorycznej wysokie noty za wygląd, zapach oraz barwę uzyskały kaszki kukurydziano-ryżowe wytworzone według receptury II (rys. 1). Oceny za smak były zróżnicowane, niższe noty uzyskały wyroby wytwarzane bez dodatku wody, w których po przygotowaniu do spożycia z ciepłym mlekiem wyczuwalne były pojedyncze nieprzetworzone cząsteczki surowców.

Również niższe oceny uzyskały kaszki ekstrudowane bez dodatku wody za konsystencję, która była niespójna i powodowała rozwarstwianie kaszki od płynu. Kaszki o dużej wodochłonności charakteryzowały się dobrą, jednolitą konsystencją oraz smakiem typowym dla użytych surowców. Jedynie podczas oceny kaszek kukurydziano-gryczanych (IV) wyczuwalny był posmak gryki, którego obecność może mieć wpływ na mniejszą atrakcyjność konsumencką tego wyrobu.

Najwyżej oceniono kaszki kukurydziano-ryżowe (receptura II) dowilżone przed ekstruzją 10-procentowym dodatkiem wody oraz kaszki kukurydziano-gryczane (receptura IV) dowilżone wodą w ilości 5%, które uzyskały średnią ocenę 4,8. Najmniej atrakcyjne dla panelu oceniającego były wyroby wytworzone według receptury II o wilgotności naturalnej, które otrzymały średnią ocenę 2,8.

Wnioski

1. Zastosowanie procesu ekstruzji w jednoślindakowym ekstruderze produkcji krajowej umożliwiło otrzymanie kaszek błyskawicznych, które nie wymagają gotowania, a jedynie uwodnienia w gorącej wodzie lub mleku do uzyskania cech pełnej przydatności do spożycia.
2. Gęstość usypowa oraz utręszona ekstrudowanych kaszek zbożowych uzależniona była głównie od wilgotności materiału przed ekstruzją; ze wzrostem dodatku wody do surowców uzyskano wyższe wartości gęstości kaszek.

3. Wodochłonność większości badanych kaszek zwiększała się przy zwiększaniu ilości wody dodanej do ekstrudowanych surowców. Jedynie w przypadku kaszek kukurydziano-ryżowych stwierdzono zależność odwrotną.
4. Kaszki o wysokiej wodochłonności charakteryzowały się dobrą, jednolitą konsystencją oraz wyraźnym, prawidłowym smakiem, typowym dla użytych surowców. Najlepszymi cechami sensorycznymi charakteryzowały się dowilżane kaszki kukurydziano-ryżowe o delikatnym smaku i jednorodnej, gładkiej konsystencji oraz kukurydziano-gryczane, których charakterystyczny posmak i ciemnokremowa barwa może jednak mieć wpływ na ograniczoną akceptację konsumentką.

Literatura


- [1] ASAE Standard: ASAE S269.3. Wafers, pellet, and crumbles – definitions and methods for determining density, durability and moisture content.
- [2] Camire M.E., Camire A., Krumhar K.: Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. *Food Sci. Nutr.*, 1990, **29**, **1**, 35-57.
- [3] Fomon S.J.: Nutrition of normal infants. St. Louis, Mosby-Year Book, USA, 1993.
- [4] Fornal Ł.: Ekstruzja produktów skrobiowych – nowe wyroby. *Pasze Przemysłowe*, 1998, **3**, 7-14.
- [5] Harper J.M.: Extrusion of Foods. vol. II. CRC Press, Inc. Floryda, USA, 1981.
- [6] Jones D., Chinnaswamy R., Tan Y., Hanna M.: Physicochemical properties of ready-to-eat breakfast cereals. *Cereal Foods World*, 2000, **4**, 164-167.
- [7] Lusac W., Rooney L.: Snack Foods Processing. CRC Press LLC, USA, 2002.
- [8] Mościcki L.: Technika ekstruzji w przetwórstwie rolno-spożywczym. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2000, **5**, 2-8.
- [9] PN-A-888034: 1998. Chrupki. Metody badań.
- [10] PN-ISO 11036: 1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.
- [11] Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B.: Kleiki zbożowe i kaszki błyskawiczne, koncentraty zbożowe. Wyd. SGGW, Warszawa 1998.
- [12] Witkowska S.: Odżywianie niemowląt i dzieci starszych. PZWL, Warszawa 1984.
- [13] Wójtowicz A., Dobosz R., Hodara K.: Ocena cech użytkowych pelletów ziemniaczanych. *Inżynieria Rolnicza*, 2001, **10**, 405-410.

EVALUATION OF CHOSEN QUALITY PARAMETERS OF EXTRUDED INSTANT CEREAL GRITS

Summary

The results of evaluation of chosen quality parameters and sensory evaluation of extrusion-cooked cereal instant grits are presented in this paper. Products were processed on single screw extruder at the temperature ranged 130-145°C. Different raw materials and recipes were used: corn meal, corn meal-rice flour mixture (50:50), corn meal-wheat meal (50:50), corn meal-buckwheat flour (50:50) and different raw materials moisture contents (5 and 10% water added) were applied. The moisture content, bulk and shaked density, water absorption index, repose angle and sensory evaluation of instant grits with warm milk were tested.

The results of investigations showed an influence both recipe and moisture content for all tested quality parameters. Higher raw materials moisture content influenced on higher values of bulk and shaked density and also water absorption range. The best sensory characteristics were performed for corn-rice instant products; delicate taste and smooth consistency were noted. Meals with higher water absorption have good smooth consistency and well defined, right taste typical for used ingredients. Using buckwheat flour evaluates specific taste and darker colour, which can influence on consumer's acceptability of these instant grits.

Key words: extrusion-cooking, corn, rice, wheat, buckwheat, extrudates quality 

BEATA PASZCZYK, ZOFIA ŻEGARSKA, ZBIGNIEW BOREJSZO

SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH I IZOMERÓW *TRANS* KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W WYBRANYCH WYROBACH CIASTKARSKICH

Streszczenie

Przedmiotem badań było określenie składu kwasów tłuszczowych, z uwzględnieniem nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*, w 20 różnych wyrobach ciastkarskich dostępnych na rynku w Olsztynie. Analizie poddano dwie grupy produktów. Pierwszą grupę stanowiły herbatniki, ciastka, pierniki, biszkopty i rogaliki, a drugą wafelki. Oznaczenia przeprowadzono metodą GC w 100-metrowej kolumnie kapilarnej z fazą CP Sil 88.

Badane wyroby ciastkarskie charakteryzowały się zawartością tłuszczu od 10,9 do 35,3% i charakteryzowały się zróżnicowanym składem kwasów tłuszczowych. Udział kwasów nasyconych w tłuszczu I grupy produktów zawierał się w zakresie od 24,44 do 81,02%, monoenowych od 14,41 do 63,52%, a kwasów polienowych od 4,58 do 11,08%. W tłuszczu II grupy produktów kwasy nasycone stanowiły od 35,34 do 63,64%, monoenowe od 29,21 do 58,16% a polienowe od 3,52 do 10,70%. Zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu analizowanych produktów I grupy wynosiła od 0,16 do 36,0%, a II grupy od 2,04 do 23,53%. W tłuszczu wszystkich badanych wyrobów ciastkarskich stwierdzono obecność izomerów *trans* kwasu C18:2 (*cis,trans* i *trans,cis*). Połowa badanych produktów zawierała dodatkowo izomer *trans*⁹*trans*¹² C18:2. Sumaryczna zawartość izomerów *trans* kwasu C18:2 w produktach I grupy kształtowała się w przedziale od 0,02 do 4,13%, a II grupy od 0,37 do 1,53%.

Słowa kluczowe: wyroby ciastkarskie, skład kwasów tłuszczowych, izomery *trans*

Wprowadzenie

Na rynku krajowym występuje szeroki asortyment wyrobów ciastkarskich. Produkty te cieszą się dużą popularnością, szczególnie wśród dzieci i młodzieży. Wielu producentów do produkcji tych wyrobów stosuje częściowo uwodornione oleje roślinne, które są głównym źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*. W licznych badaniach wykazano, że niektóre z tych izomerów wykazują nieko-

rzystne działanie na organizm człowieka. Izomery *trans* podnoszą poziom cholesterolu frakcji LDL i obniżają poziom cholesterolu HDL, hamują aktywność delta 6-desaturazy, wbudowują się w fosfolipidy błon komórkowych i zmieniają ich właściwości [19, 27].

W ostatnich latach izomerom *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych poświęca się wiele uwagi, określa się ich zawartość w różnych produktach spożywczych oraz udział w diecie. Duże zainteresowanie tymi izomerami doprowadziło do tego, że wytwórcy poprzez odpowiedni dobór składu surowcowego i procesów technologicznych dążą do zmniejszenia ich zawartości w gotowych wyrobach. Początkowe badania nad określeniem zawartości izomerów *trans* w margarynach wykazały, że udział tych izomerów wynosił nawet do 50% ogólnego składu kwasów tłuszczowych (wyższa zawartość w margarynach twardych) [1, 4, 12, 20, 23]. Z późniejszych badań wynika, że zawartość izomerów *trans* kwasów tłuszczowych w margarynach uległa znacznemu zmniejszeniu [6, 14, 21, 29]. Jednak nadal na rynku krajowym i zagranicznym znajduje się wiele produktów, które charakteryzują się wysoką zawartością tych izomerów. Do produktów tych należą m.in. wyroby ciastkarskie i cukiernicze, czekolady i wyroby czekoladowe, zupy w proszku, produkty typu „fast food”.

Celem niniejszej pracy było określenie składu kwasów tłuszczowych, ze szczególnym uwzględnieniem nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*, w tłuszczu wybranych wyrobów ciastkarskich dostępnych na rynku w Olsztynie.

Materiał i metody badań

Badaniami objęto 20 rodzajów wyrobów ciastkarskich pochodzących od 8 różnych producentów. Badane wyroby podzielono na dwie grupy. Pierwsza grupa to: herbatniki, ciastka, pierniki, biszkopty i rogaliki (produkty oznaczone numerami od 1 do 12). Drugą grupę stanowiły wafelki (produkty oznaczone numerami od 13 do 20). Wszystkie badane produkty zakupiono w sklepach detalicznych w Olsztynie, w styczniu 2004 roku. Produkty badano w okresie ich przydatności do spożycia.

Zawartość tłuszczu w badanych wyrobach ciastkarskich oznaczano metodą Weibulla-Stoldta [18]. Tłuszcz z badanych produktów wydzielano za pomocą metody Folcha [13]. Estrы metylowe kwasów tłuszczowych przygotowywano wg metody IDF, stosując metanolowy roztwór KOH [11].

Rozdzielanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych wydzielonego tłuszczu prowadzono metodą chromatografii gazowej (GC), przy użyciu chromatografu gazowego firmy Hewlett-Packard 6890 z detektorem płomieniowo jonizacyjnym. Oznaczenia wykonywano w następujących warunkach: kolumna kapilarna (producent Chrom-pack) dł. 100 m, śr. 0,25 mm, grubość filmu 0,20 μm, faza stacjonarna CP Sil 88, temp. kolumny 60°C (1 min)-180°C, Δt =5°C/min, temperatura detektora i dozownika odpo-

wiednio – 250 i 225°C, gaz nośny hel, przepływ 0,8 cm³/min, split: 100:1, wielkość nanoszonej próbki 1 µl.

Identyfikację pików kwasów tłuszczowych i izomerów *trans* kwasów tłuszczowych prowadzono przez porównanie z czasami retencji wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych firmy Sigma oraz na podstawie danych literaturowych [10, 22, 24, 25, 26].

Wszystkie oznaczenia wykonywano w dwóch równoległych powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

Zawartość tłuszczu w badanych wyrobach ciastkarskich oraz udział w nim poszczególnych grup kwasów tłuszczowych podano w tab. 1. Wyniki oznaczania zawartości izomerów *trans* kwasu C18:1 i C18:2 oraz zawartość kwasu *cis9trans11* C18:2 (CLA) w badanych wyrobach przedstawiono na rys. 1.

Zawartość tłuszczu w badanych produktach I grupy wahała się w przedziale od 10,9% (Pierniki w czekoladzie, produkt nr 10) do 27,2% (Jeżyki, produkt nr 8). W produktach II grupy zawartość tłuszczu wynosiła od 19,3% (Prince Polo orzechowe, produkt nr 20) do 35,3% (Grzesiek orzechowy, produkt nr 17) (tab. 1). Duże zróżnicowanie zawartości tłuszczu w wyrobach ciastkarskich wynika z różnorodności receptur stosowanych w zakładach produkcyjnych i zależy od ilości tłuszczu dodawanego w procesie produkcyjnym.

Zamieszczone w tab. 1 wyniki wskazują, że w tłuszczu badanych wyrobów ciastkarskich udział kwasów krótkołańcuchowych (C4:0 do C10:0) był zróżnicowany i kształtował się: w I grupie produktów w przedziale od 0,06 do 8,61% ogólnego składu kwasów tłuszczowych, w II grupie produktów od 0,22 do 4,78%. Sumaryczna zawartość kwasu laurynowego i mirystynowego w 8 produktach I grupy nie przekraczała 2,5%, w pozostałych 4 produktach tej grupy była wyższa i wynosiła od 10,24 do 42,39% ogólnego składu kwasów tłuszczowych. W produktach II grupy sumaryczna zawartość tych kwasów wynosiła od 0,52 do 20,20% ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Duża zawartość kwasu laurynowego i mirystynowego w niektórych badanych wyrobach ciastkarskich może wskazywać, że zostały one wyprodukowane z udziałem oleju kokosowego lub oleju pochodzącego z nasion palmy. W składzie kwasów tłuszczowych tych olejów kwas laurynowy (C12:0) stanowił od 44,5 do 52%, a kwas mirystynowy (C14:0) od 14,1 do 18,6% [27].

Łączny udział kwasów tłuszczowych nasyconych, w tłuszczu wydzielonym z badanych ciastek, herbatników, biszkoptów, pierników i rogalika (produkty od 1 do 12, tab. 1) wynosił od 24,44 do 81,02%. W tłuszczu wydzielonym z wafelków (produkty 13 do 20) sumaryczna zawartość tych kwasów kształtowała się w przedziale od 35,34 do 63,64% ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Z żywieniowego punktu widzenia wysoki poziom kwasów nasyconych nie jest korzystny. Nasycone kwasy tłuszczowe,

głównie laurynowy (12:0) i mirystynowy (14:0) powodują wzrost zawartości cholesterolu LDL w surowicy krwi i przyczyniają się do występowania niedokrwiennej choroby serca [28].

Udział kwasów monoenowych w tłuszczu wyekstrahowanym z badanych produktów I grupy wahał się w granicach od 14,41 do 63,52%, a kwasów polienowych w przedziale od 4,58 do 11,08%. W produktach II grupy kwasy monoenowe stanowiły od 29,21 do 58,16% a kwasy polienowe od 3,52 do 10,70% ogólnego składu kwasów tłuszczowych (tab. 1).

Sumaryczna zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w tłuszczu badanych wyrobów ciastkarskich była bardzo zróżnicowana (rys. 1A). Największą zawartość tych izomerów, wynoszącą 36,0%, stwierdzono w tłuszczu wydzielonym z herbatników Petit Beurre (produkt nr 1). W pozostałych badanych wyrobach ciastkarskich I grupy zawartość tych izomerów była znacznie mniejsza. W 9 produktach nie przekraczała 3% ogólnego składu kwasów tłuszczowych, a w pozostałych dwóch produktach tej grupy była wyższa i wynosiła odpowiednio 5,98% (rogalik 7 days, produkt nr 12) i 8,14% (Jeżyki, produkt nr 8). W tłuszczu wydzielonym z badanych wafelków (produkty od 13 do 20) zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 była mniej zróżnicowana. Tylko w jednym produkcie tej grupy stwierdzono niską zawartość tych izomerów wynoszącą 2,04% (Petitki wafelki, produkt nr 14). W tłuszczu wydzielonym z pozostałych badanych wafelków zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 kształtowała się w przedziale od 10,18% (Grzesiek toffi, produkt nr 15) do 23,53% (Grzesiek orzechowy, produkt nr 17) (rys. 1A). Tak duża zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w analizowanych wyrobach ciastkarskich świadczy o tym, że wielu producentów nadal w procesie produkcyjnym stosuje oleje roślinne utwardzone metodą katalitycznego uwodornienia.

Otrzymane wyniki potwierdzają rezultaty uzyskane przez Daniewskiego i wsp. [6], którzy w różnego rodzaju herbatnikach stwierdzili zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w zakresie od 1,96 do 31,97%. Według badań tych autorów z 1998 i 2000 roku zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w różnego rodzaju wyrobach ciastkarskich i produktach cukierniczych kształtowała się w przedziale od 0 do ponad 57% [7, 8]. Zbliżone wyniki zawartości tych izomerów w ciastkach (przedział od 1,49 do 41,44%) uzyskali Żegarska i Borejszo [30].

Mniejszą zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w wyrobach cukierniczych (zakres od 0,17 do 29,1%) wykazali: Baryłko-Pikielna i wsp. [3], Daglioglu i wsp. [5] oraz Drzewicka i Biernat [9].

Tabela 1

Zawartość tłuszczu w badanych wyrobach ciastkarskich i udział w nim poszczególnych grup kwasów tłuszczowych.
Fat content of the examined confectionery products and percentages of some groups of fatty acids.

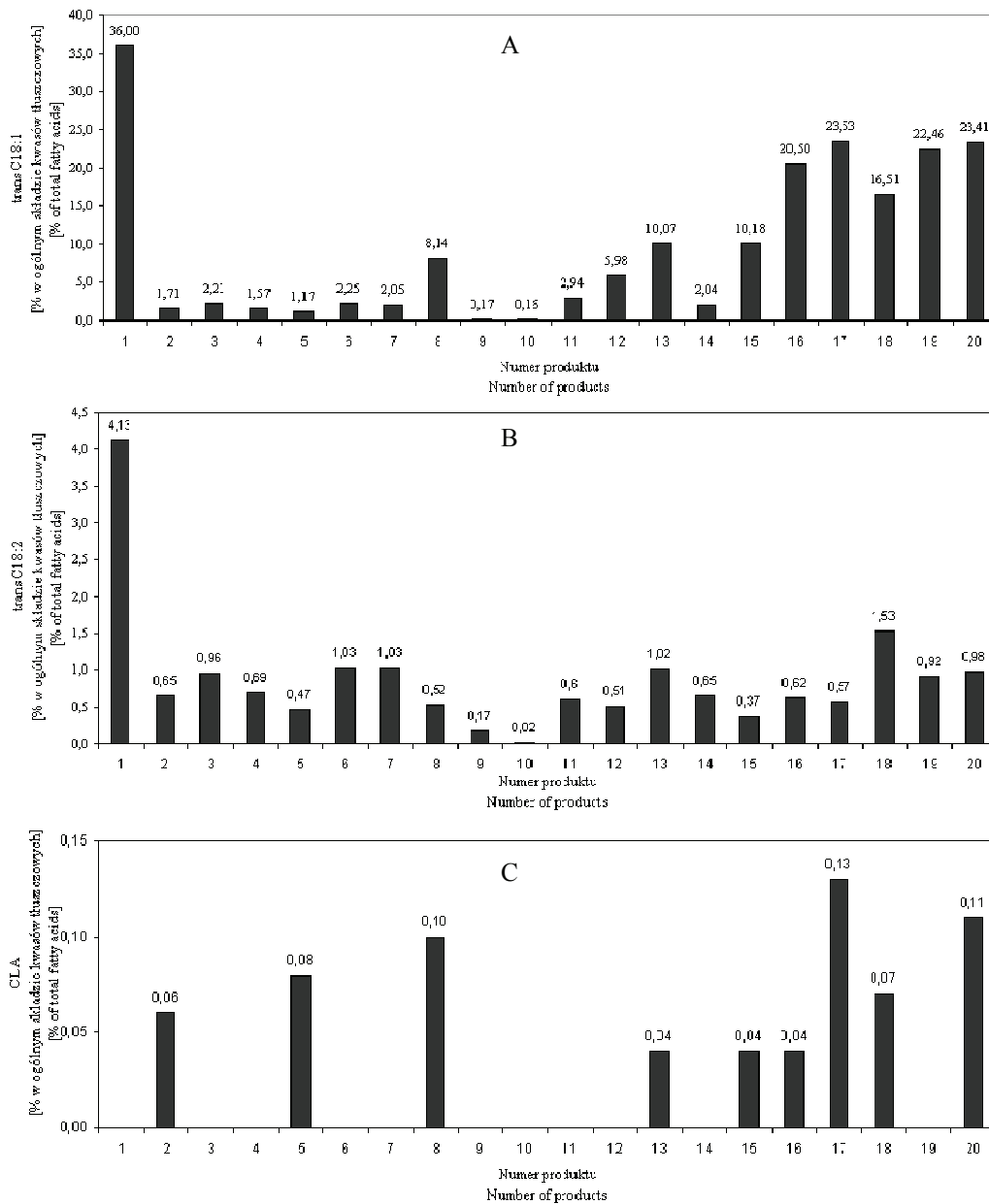
Numer produktu Number of products	Produkt Product	Zawartość tłuszczu Fat content [%]	Σ C4:0 – C10:0	Σ C12:0 – C14:0	Σ kwasów nasyconych + <i>trans</i> saturated fatty acids + <i>trans</i>	Σ kwasów nasyconych saturated fatty acids	Σ kwasów monounsaturated fatty acids	Σ kwasów poliunsaturated fatty acids	Σ kwasów niezidentyfikowanych unidentified fatty acids
I grupa produktów I group of products									
1	Herbatniki Petit Beurre	I II	0,34 0,04	0,85 0,09	64,57 7,10	24,44 2,69	63,52 6,99	10,19 1,12	1,90 0,21
2	Herbatniki Holenderskie	I II	0,69 0,13	1,84 0,36	58,35 11,32	56,53 10,97	35,55 6,90	7,85 1,52	0,07 0,01
3	Łakotki Karaibiki	I II	0,08 0,02	1,40 0,28	55,02 11,06	51,85 10,42	38,02 7,64	10,14 2,04	0,00 0,00
4	Łakotki Kokoski	I II	6,66 1,58	28,18 6,68	69,96 16,58	67,70 16,04	25,31 5,60	7,01 1,66	0,00 0,00
5	Pepitki Miód i Mleko	I II	0,91 0,16	2,21 0,39	59,46 10,64	57,82 10,35	34,80 6,23	7,33 1,31	0,04 0,01
6	Łakotki Deserowe	I II	0,06 0,01	1,26 0,24	52,12 9,80	48,83 9,18	40,34 7,58	10,81 2,03	0,02 0,00
7	Łakotki Coctailowe	I II	0,06 0,01	1,26 0,24	53,51 10,43	50,43 9,83	38,77 7,56	10,77 2,10	0,03 0,00
8	Jeżyki	I II	2,93 0,80	10,24 2,78	63,82 17,36	55,16 15,00	37,66 10,24	6,69 1,82	0,54 0,15
9	Hity –ciastka	I II	8,61 1,90	42,39 9,37	81,36 17,98	81,02 17,91	14,41 3,18	4,58 1,01	0,00 0,00
10	Pierniki w czekoladzie	I II	0,17 0,02	0,46 0,05	62,48 6,81	62,30 6,79	32,71 3,56	4,96 0,54	0,03 0,00

Tabela 1 cd.

11	Biskopky z galaretką	I	11,4	1,96	15,81	62,81	59,27	32,11	8,60	0,02
		II		0,22	1,80	7,16	6,76	3,66	0,98	0,00
12	Rogalik 7 days	I	22,0	0,12	1,30	52,07	45,58	43,24	11,08	0,10
		II		0,03	0,29	11,46	10,03	9,51	2,44	0,02
II grupa produktów										
II group of products										
13	Wafel King Size	I	31,1	4,78	20,19	68,87	57,78	37,96	3,92	0,34
		II		1,49	6,28	21,42	17,97	11,81	1,22	0,11
14	Petitki wafelki	I	28,2	2,56	20,20	66,33	63,64	29,21	7,12	0,03
		II		0,72	5,70	18,71	17,95	8,24	2,01	0,01
15	Grzesiek toffi	I	28,7	2,50	10,57	61,67	51,12	37,98	10,70	0,20
		II		0,72	3,03	17,70	14,67	10,90	3,07	0,06
16	Grzesiek w czekoladzie	I	34,6	1,26	5,04	64,82	43,70	51,21	4,58	0,52
		II		0,44	1,74	22,43	15,12	17,72	1,58	0,18
17	Grzesiek orzechowy	I	35,3	1,08	1,86	60,15	36,05	52,85	10,37	0,71
		II		0,38	0,65	21,23	12,73	18,66	3,66	0,25
18	Princessa kokosowa	I	32,7	1,73	5,62	60,70	42,66	53,24	3,52	0,60
		II		0,57	1,84	19,85	13,95	17,41	1,15	0,20
19	Prince Polo family	I	29,3	0,22	0,52	63,02	39,64	54,68	5,03	0,67
		II		0,06	0,15	18,46	11,61	16,02	1,47	0,20
20	Prince Polo orzechowe	I	19,3	0,73	1,33	59,73	35,34	58,16	5,78	0,72
		II		0,14	0,26	11,53	6,82	11,22	1,12	0,14

I – [% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych] / [% of total fatty acids];

II – zawartość w [g/100 g produktu] / content [g/100 g of product].



1 – Herbatniki Petit Beurre; 2 – Herbatniki Holenderskie; 3 – Łakotki Karaibiki; 4 – Łakotki Kokoski; 5 – Petitki Miód i Mleko; 6 – Łakotki Deserowe; 7 – Łakotki Coctailowe; 8 – Jeżyki; 9 – Hit-ciastka; 10 – Pierniki w czekoladzie; 11 – Biszkopcy z galaretką; 12 – Rogaliki 7 days; 13 – Wafel King Size; 14 – Petitki wafelki; 15 – Grzesiek toffi; 16 – Grzesiek w czekoladzie; 17 – Grzesiek orzechowy; 18 – Princessa kokosowa; 19 – Prince Polo family; 20 – Prince Polo orzechowe

Rys. 1. Zawartość izomerów (A) *trans* C18:1, (B) *trans* C18:2 i (C) CLA w tłuszczu wybranych wyrobów ciastkarskich.

Fig. 1. Content of *trans* C18:1 (A), (B) *trans* C18:2 and CLA (C) in fat of selected confectionery products.

Izomery kwasu C18:2 (*cis,trans* i *trans,cis*) obecne były w tłuszczu wszystkich badanych ciastek. W próbkach tłuszczu wydzielonego ze wszystkich badanych wafelków, a także w tłuszczu wydzielonym z ciastek Jeżyki (produkt nr 8) i herbatników Petit Beurre (produkt nr 1) stwierdzono też obecność izomeru *trans* kwasu C18:2. Udział tego izomeru w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tych produktów kształtował się w przedziale od 0,01 do 0,78%. Z żywieniowego punktu widzenia izomer ten wykazuje najbardziej niekorzystne działanie na organizm człowieka [19].

Sumaryczna zawartość izomerów *trans* kwasu C18:2 w tłuszczu wydzielonym z 11 produktów I grupy kształtowała się w przedziale od 0,02 do 1,03% (rys. 1B). Tylko w jednym produkcie tej grupy (herbatnikach Petit Beurre, produkt nr 1) stwierdzono znacznie wyższą zawartość tych izomerów, wynoszącą 4,13%. Udział izomerów *trans* kwasu C18:2 w tłuszczu wydzielonym z II grupy produktów (produkty od 13 do 20) był na poziomie od 0,37 do 1,53% ogólnego składu kwasów tłuszczowych (rys. 1B).

Według badań Daglioglu i wsp. [5] izomery *trans* kwasu C18:2 w ciastkach stanowiły od 0,3 do 3,1%. Mniejszą zawartość tych izomerów, mieszczącą się w przedziale od 0 do 1,3%, stwierdzono w produktach badanych w Polsce przez Daniewskiego i wsp. [7], Drzewicką i Biernat [9] oraz Balasa [2].

W tłuszczu niektórych badanych produktów stwierdzono dodatkowo obecność izomerów kwasu linolowego (C18:2) o sprzężonym układzie podwójnych wiązań (CLA). Izomery te wykazują działanie biologicznie korzystne dla zdrowia człowieka. Najbardziej aktywnym w tej grupie związków jest kwas *cis9trans11* C18:2, który jest dominującym składnikiem sprzężonych dienów tłuszczu mlekowego. Związkowi temu przypisuje się właściwości przeciwnowotworowe, przeciwutleniające, przeciwmiażdżycowe i immunomodulujące [15-17].

W tłuszczu wydzielonym z I grupy produktów zawartość kwasu CLA stwierdzono tylko w 3 z 12 badanych wyrobów ciastkarskich. Udział tego kwasu w tych produktach wynosił od 0,06% (herbatniki Holenderskie, produkt nr 2) do 0,10% (Jeżyki, produkt nr 8) (rys. 1C). Zawartość kwasu CLA w tłuszczu wydzielonym z badanych wafelków (produkty 13 do 20) kształtowała się w przedziale od 0 (Petitki wafelki, produkt nr 14, Prince Polo family, produkt nr 19)) do 0,13% (Grzesiek orzechowy, produkt nr 17) (rys. 1C). Kwas *cis9trans11* C18:2 jest charakterystycznym kwasem tłuszczowym tłuszczu mlekowego. Mała zawartość tego kwasu w tłuszczu badanych wyrobów ciastkarskich wskazuje na niewielki dodatek masła do tych produktów.

Wnioski

1. Wyroby ciastkarskie znajdujące się na rynku olsztyńskim w 2004 roku charakteryzowały się bardzo zróżnicowaną zawartością tłuszczu i zróżnicowanym udziałem w nim poszczególnych grup kwasów tłuszczowych i izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych.

2. Pod względem żywieniowym korzystniejszym składem się charakteryzowały się produkty I grupy (herbatniki, pierniki, biszkopty, rogaliki). Tylko w trzech produktach tej grupy stwierdzono wysoką zawartość izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych. W pozostałych dziewięciu zawartość tych izomerów nie przekraczała 4% ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Osiem z dziewięciu badanych produktów II (wafelki) grupy zawierało izomery *trans* w ilości powyżej 10%.
3. Porównując uzyskane wyniki z danymi literaturowymi można stwierdzić, że zawartość kwasów tłuszczowych *trans* w polskich wyrobach ciastkarskich i cukierniczych pozostaje od kilku lat na niezmiennym poziomie i jest zbliżona do zawartości tych izomerów w produktach pochodzących z innych krajów.

Praca była prezentowana podczas XXXVII Ogólnopolskiej Sesji Komitetu Nauk o Żywności PAN, Gdynia, 26–27.IX.2006.

Literatura


- [1] Ahmed J.I.: *Trans-fixed?* Food Sci. Technol. Today, 1994, **9** (4), 228-231.
- [2] Balas J.: Kwasy tłuszczowe w rynkowych produktach spożywczych. Część I – produkty cukiernicze, produkty typu „fast food”, produkty zbożowe, słone przekąski, nasiona i orzechy. *Bezpieczna Żywność*, 2001, **1**, 20-24.
- [3] Baryłko-Pikielna N., Jacórzyński B., Mielniczuk E., Pawlicka M., Daniewski M., Kostyra E.: Dzielne spożycie izomerów *trans* w polskiej racji pokarmowej. *Żyw. Człow. i Met.*, 1998, **XXV** (1), 28-46.
- [4] Baryłko-Pikielna N., Osucha A.: Zawartość NNKT oraz izomerów *trans* w margarynach krajowych. *Przem. Spoż.*, 1988, **5**, 147-149.
- [5] Daglioglu O., Tasan M., Tunel B.: Determination of fatty acid composition and total *trans* fatty acids of Turkish biscuits by capillary gas-liquid chromatography. *Eur. Food Res. Technol.*, 2000, **211**, 41-44.
- [6] Daniewski M., Jacórzyński B., Mielniczuk E., Pawlicka M., Balas J.: Oznaczanie składu izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych C18:1 i C18:2 w rynkowych produktach spożywczych. *Żyw. Człow. i Met.*, 1997, **XXIV** (2), 3-12.
- [7] Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzyński B., Pawlicka M., Balas J.: Skład kwasów tłuszczowych, w szczególności izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych, w produktach spożywczych. *Żyw. Człow. i Met.*, 1998, **24** (2), 133-155.
- [8] Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzyński B., Pawlicka M., Balas J., Filippek A., Górnicka M.: Kwasy tłuszczowe w produktach cukierniczych. *Roczniki PZH.*, 2000, **4**, 361-377.
- [9] Drzewicka M., Biernat J.: Ocena stopnia oksydacji i składu kwasów tłuszczowych w wyrobach ciastkarskich produkowanych przemysłowo. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2001, **2**, 91-97.

- [10] Grześkiewicz S., Jakubowski A., Piłat K., Jerzewska M.: Sposób oznaczania zawartości izomerów geometrycznych i pozycyjnych C18:1 w olejach uwodornionych. *Tłuszcze Jadalne.*, 1996, **31 (3-4)**, 63-76.
- [11] IDF standard 182:1999. Milkfat: Preparation of fatty acid methyl esters.
- [12] Jakubowski A., Żołnierz-Piotrowska M., Grześkiewicz S.: O zawartości kwasu C18:1-*cis* i *trans* w margarynach krajowych. *Tłuszcze Jadalne.*, 1990, **XXVIII (4)**, 30-35.
- [13] Krelowska-Kułas M.: Badanie jakości produktów spożywczych. PWN, Warszawa 1993.
- [14] Mojska H., Gielecińska I., Balas J., Pawlicka M., Szponar L.: Trans fatty acids in foods in Poland: monitoring study. *Żyw. Człow. i Met.*, 2006, **XXXIII (2)**, 107-122.
- [15] Pariza M.W.: CLA, a new cancer inhibitor in dairy products. *Bull. IDF.* 1991, **257**, 29-30.
- [16] Parodi P.W.: Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *J. Nutr.*, 1997, 1055-1059.
- [17] Parodi P.W.: Symposium: a bold new look at milk fat. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *J. Dairy Sci.*, 1999, **82**, 1339 – 1349.
- [18] PN-71/A-88021, Wyroby cukiernicze trwałe. Oznaczanie zawartości tłuszczu.
- [19] Precht D., Molkentin J., *Trans* fatty acids: Implications for health, analytical methods, incidence in edible fats and intake. *Die Nahrung*, 1995, **39 (5/6)**, 343-374.
- [20] Precht D., Molkentin J.: *Trans*-oktadecensäuren in Milchfette und Margarine. *Kiel. Milchwirt. Forschungsber.*, 1994, **46 (3)**, 249-261.
- [21] Precht D., Molkentin J.: Vergleich der Fettsäuren und der Isomerenverteilung der *trans*-C18:1-Fettsäuren von Milchfett, Margarine, Back-, Brat- und Diätfetten. *Kiel. Milchwirt. Forschungsber.* 1997, **49 (1)**, 17-34.
- [22] Ratnayake W., Hollywood R., O'Grady E., Beare-Rogers J.L.: Determination of *cis* and *trans*-octadecenoic acid in margarines by Gas Liquid Chromatography-Infrared Spectroscopy. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1990, **67 (11)**, 804-810.
- [23] Ratnayake W., Hollywood R., O'Grady E.: Fatty acids in Canadian margarines. *Can. Inst. Sci. Technol. J.*, 1991, **24 (1/2)**, 81-86.
- [24] Ratnayake W., Pelletier G.: Positional and geometrical isomers of linoleic acid in partially hydrogenated oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1992, **69 (2)**, 95-105.
- [25] Wolff R.L.: Content and distribution of *trans*-18:1 acids in ruminant milk and meat fats. Their importance in European diets and their affect on human milk. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1995, **72(3)**, 259-272.
- [26] Wolff R.L.: Contribution of *trans*-18:1 acids from dairy fat to European diets. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1994, **71 (3)**, 277-283.
- [27] Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J.: *Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe.* PWN, Warszawa 1991.
- [28] Ziemiański Ś.: *Normy żywienia człowieka – fizjologiczne podstawy.* PZWL, Warszawa 2001.
- [29] Żegarska Z., Borejszo Z., Paszczyk B.: Unsaturated *trans* fatty acids in some domestic margarines. *Natur. Sci.*, 2000, **7**, 233-241.
- [30] Żegarska Z., Borejszo Z.: *Trans* fatty acid content of some food products in Poland. *J. Food Lipids*, 2001, **8 (4)**, 271-279.

COMPOSITION OF FATTY ACIDS AND TRANS ISOMERS OF FATTY ACIDS IN FATS OF SELECTED CONFECTIONERY PRODUCTS**S u m m a r y**

Studies were carried out to evaluate the fatty acid composition, including the content of *trans* unsaturated fatty acids, in 20 different confectionery products available on the Olsztyn market. Two groups of products were analysed. The first group includes biscuits, cakes, gingerbreads, sponge cakes and croissant. The second group - wafers. Determinations were carried out with the GC method using a 100m capillary column with CP Sil 88 phase.

The examined confectioneries were characterized by fat content ranging from 10.9% to 35.% as well as by differentiated composition of fatty acids. The participation of saturated fatty acids in fat in first group of products ranged from 24.4% to 81.2%, whereas that of monounsaturated fatty acids - from 14.1% to 63.2%, and polyunsaturated fatty acids - from 4.8% to 11.8%. In fat of second group of products, saturated fatty acids constituted from 35.4% to 63.4%, monounsaturated fatty acids - from 29.1% to 63.2%, and polyunsaturated fatty acids - from 3.2% to 10.0%. The content of *trans* isomers of C18:1 acid in the total fatty acids of the confectionery products in first group ranged from 0.6% to 36% and in second group - from 2.4% to 23.3%. There was found presence of *trans* isomers of C18:2 acid (*cis,trans* and *trans,cis*) in all examined confectionery products. Half of the products additionally contained the *trans*⁹*trans*¹² C18:2 isomer. The total content of C18:2 *trans* isomers in first group appeared to range from 0.02% to 4.13% and second group - from 0.37% to 1.53%.

Key words: confectionery products, fatty acids content, trans isomers 

AGNIESZKA KITA, GRAŻYNA LISIŃSKA

ZMIANY FRAKCJI TŁUSZCZOWEJ I WŁAŚCIWOŚCI ORGANOLEPTYCZNYCH FRYTEK W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu temperatury i czasu przechowywania oraz szczelności opakowań na zmiany frakcji tłuszczowej i właściwości organoleptycznych mrożonych frytek ziemniaczanych.

Materiałem użytym do badań były mrożone frytki po I stopniu smażenia pobrane bezpośrednio z linii technologicznej zakładu produkcyjnego. Frytki w oryginalnych opakowaniach fabrycznie zamkniętych oraz otwartych (uszkodzonych), przechowywano przez cztery miesiące w komorach chłodniczych o temperaturze -20 i -29°C . W półprodukcie przed przechowywaniem oraz po każdym miesiącu przechowywania oznaczano: zawartość tłuszczu, liczbę kwasową oraz nadtlenkową (Lea) tłuszczu oraz skład kwasów tłuszczowych. W produkcie gotowym oznaczano instrumentalnie konsystencję i barwę, właściwości tłuszczu – liczbę kwasową i nadtlenkową oraz przeprowadzono ocenę organoleptyczną barwy, smaku, zapachu i konsystencji frytek.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że frytki przed przechowywaniem charakteryzowały się prawidłową zawartością tłuszczu o dobrych parametrach jakościowych (liczby kwasowa i Lea) oraz dobrą jakością sensoryczną. Podczas czteromiesięcznego przechowywania następowały zmiany jakości zawartego we frytkach tłuszczu – zwiększeniu ulegała zawartość nadtlenuków (liczba Lea), zmniejszyła się zawartość kwasów wielonienasyconych, a zwiększyła kwasów jednonienasyconych. Zmiany frakcji tłuszczowej zachodziły intensywniej w próbach frytek przechowywanych w uszkodzonych opakowaniach. Czas przechowywania i nieszczelność opakowań wpłynął na pogorszenie konsystencji frytek – frytki charakteryzowały się zbyt twardą konsystencją. Czteromiesięczne przechowywanie frytek zarówno w temperaturze -20°C , jak i -29°C nie obniżyło jakości produktu, jeśli opakowanie było szczelne (nieuszkodzone).

Słowa kluczowe: frytki, mrożenie, przechowywanie, tłuszcz, cechy organoleptyczne

Wprowadzenie

Mrożone półprodukty zyskują w ostatnich latach coraz większą popularność wśród polskich konsumentów. Związane jest to z łatwością i szybkością przygotowa-

nia posiłków, a także możliwością przechowywania tego typu produktów w domu w formie zamrożonej. Jednym z takich półproduktów są mrożone frytki ziemniaczane dostępne na rynku w szerokim asortymencie. Zróżnicowanie dotyczy zarówno kształtu (długie, krótkie, paryskie, kostka, orzechy ziemniaczane), sposobu przygotowania (frytki całkowicie usmażone i zamrożone, wstępnie podsmażone i zamrożone, całkowicie usmażone/podsmażone i schłodzone), jak i wielkości opakowania jednostkowego [14]. Są to zatem produkty w większości utrwalane przez zamrażanie i w tej formie przechowywane.

Pomimo, że zamrażanie jest jedną z najlepszych metod utrwalania żywności, nie oznacza to, że podczas przechowywania nie zachodzą w niej żadne przemiany. Niska temperatura eliminuje rozwój mikroflory, lecz nie powstrzymują całkowicie zmian chemicznych, biochemicznych oraz przemian fizycznych. W zwolnionym tempie postępują one nadal, powodując stopniowe obniżanie wyjściowej jakości produktów [6]. Do najważniejszych zmian fizycznych należą zmiany struktury produktów, proces rekryształizacji lodu podczas przechowywania, ubytki masy w wyniku parowania i sublimacja pary wodnej [1]. Natomiast spośród zmian chemicznych istotne znaczenie odgrywiają przemiany zachodzące w tłuszczach – przede wszystkim procesy utleniania. Ich intensywność uzależniona jest od rodzaju tłuszczu (skład, stopień nasycenia) i zastosowanej technologii (rodzaj opakowania, temperatura przechowywania, dostępność tlenu) [2, 6]. Mrożone frytki zawierają od kilku do kilkunastu procent tłuszczu (w zależności od technologii) i stąd od jego jakości w dużej mierze uzależniona jest jakość produktu finalnego [10]. Podczas przechowywania, szczególnie w warunkach domowych, stosowana jest różna temperatura, a przechowywany produkt często znajduje się w otwartych opakowaniach.

Stąd też celem niniejszej pracy było określenie wpływu temperatury i czasu przechowywania oraz szczelności opakowań na zmiany frakcji tłuszczowej i właściwości organoleptycznych mrożonych frytek ziemniaczanych.

Material i metody badań

Materiałem użytym do badań były mrożone frytki ziemniaczane po I stopniu smażenia, pobrane bezpośrednio z linii technologicznej zakładu produkcyjnego. Frytki o masie 1 kg pakowane były w worki z folii polietylenowej.

Frytki w oryginalnych opakowaniach fabrycznie zamkniętych oraz otwartych (uszkodzonych), przechowywano przez cztery miesiące w komorach chłodniczych o temp. -20°C (chłodziarko-zamrażarka Polar) i -29°C (zamrażarka Polar ZC-241). Dosmażanie frytek (3 min/ 175°C) prowadzono w oleju rzepakowym w smaźalniku typu Becker o pojemności 4 dm^3 . Doświadczenie przeprowadzono w trzech powtórzeniach technologicznych.

W mrożonych frytkach przed przechowywaniem oraz po każdym miesiącu przechowywania oznaczano: zawartość suchej masy – metodą suszarkową [9], zawartość tłuszczu – metodą Soxhleta [9], barwę – przy użyciu chromometru Minolta CR-200 [11]. W tłuszczu wyekstrahowanym z mrożonych frytek oznaczano zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (liczbę kwasową), zawartość nadtlenków (liczbę Lea) [9] oraz skład kwasów tłuszczowych – metodą chromatografii gazowej [7]. W dosmażonych frytkach oznaczano właściwości frakcji tłuszczowej – liczbę kwasową i Lea, konsystencję instrumentalnie przy użyciu aparatu pomiarowego typu Instron 5544. Mierzono maksymalną siłę potrzebną do przecięcia frytki (F_{max}) [5]. Frytki poddano ocenie organoleptycznej wg 5-punktowej skali ocen [9].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 7.0, stosując analizę wariancji przy jednokierunkowej klasyfikacji z uwzględnieniem trzech zmiennych. Najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczano za pomocą testu Dun-cana na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. zestawiono wyniki zawartości suchej masy i tłuszczu oraz właściwości frakcji tłuszczowej mrożonych frytek przed przechowywaniem i po czterech miesiącach przechowywania. Frytki charakteryzowały się odpowiednią zawartością suchej masy oraz tłuszczu [12]. Stopień przemian hydrolitycznych oraz oksydacyjnych był niski o czym świadczą wartości liczby kwasowej – 1,32 mg KOH/g i liczby Lea – 0,35 mmol O_2 /kg. W składzie kwasów tłuszczowych dominował kwas palmitynowy (40,98%) oraz oleinowy (38,87%), natomiast zawartość kwasów wielonienasyconych – głównie linolowego, kształtowała się na poziomie 12,58%.

Podczas przechowywania, w zależności od szczelności opakowań, zmianom ulegała zawartość suchej masy (rys. 1). W próbach frytek przechowywanych w opakowaniach oryginalnie zamkniętych zarówno w temp. -20°C , jak i -29°C zawartość suchej masy kształtowała się na tym samym poziomie. Uszkodzenie opakowań poprzez ich otwarcie spowodowało zwiększanie zawartości suchej masy frytek w kolejnych miesiącach przechowywania. Podobne zależności stwierdzili Kmiecik i wsp. [8] podczas przechowywania malin przez 12 miesięcy. Zwiększenie suchej masy produktu, pomimo szczelności opakowań wynosiło 2,2-3,9%.

Ważnym miernikiem decydującym o dobrej jakości frytek jest ilość i jakość zawartego w nich tłuszczu. Mrożone półprodukty z ziemniaków podsmażanych powinny zawierać do 4% tłuszczu [12]. Analizowane frytki wszystkich prób spełniały ten warunek. Tłuszcz zawarty we frytkach niezależnie od parametrów i czasu przechowywania charakteryzował się jednakową zawartością wolnych kwasów tłuszczowych (liczba kwasowa). Natomiast zawartość nadtlenków, obrazująca tempo przemian oksydacyjnych, zmieniała się – szczególnie w próbach przechowywanych w opakowaniach

otwartych (rys. 2). Niezależnie od temperatury przechowywania liczba Lea tłuszczu wyekstrahowanego z frytek przechowywanych w opakowaniach uszkodzonych już po pierwszym miesiącu przekroczyła sugerowaną normami wartość 2 mmol O₂/kg. Znacznie mniejsze zmiany stwierdzono w próbach przechowywanych w opakowaniach zamkniętych.

Tabela 1

Zawartość suchej masy i tłuszczu oraz właściwości frakcji tłuszczowej mrożonych frytek ziemniaczanych przed przechowywaniem oraz po czterech miesiącach przechowywania w temperaturze -20°C i -29°C, w opakowaniach zamkniętych oraz otwartych.

The content of dry matter and fat and properties of fat fraction in frozen French fries before storage and after four months of storage at -20°C and -29°C in closed and opened packaging.

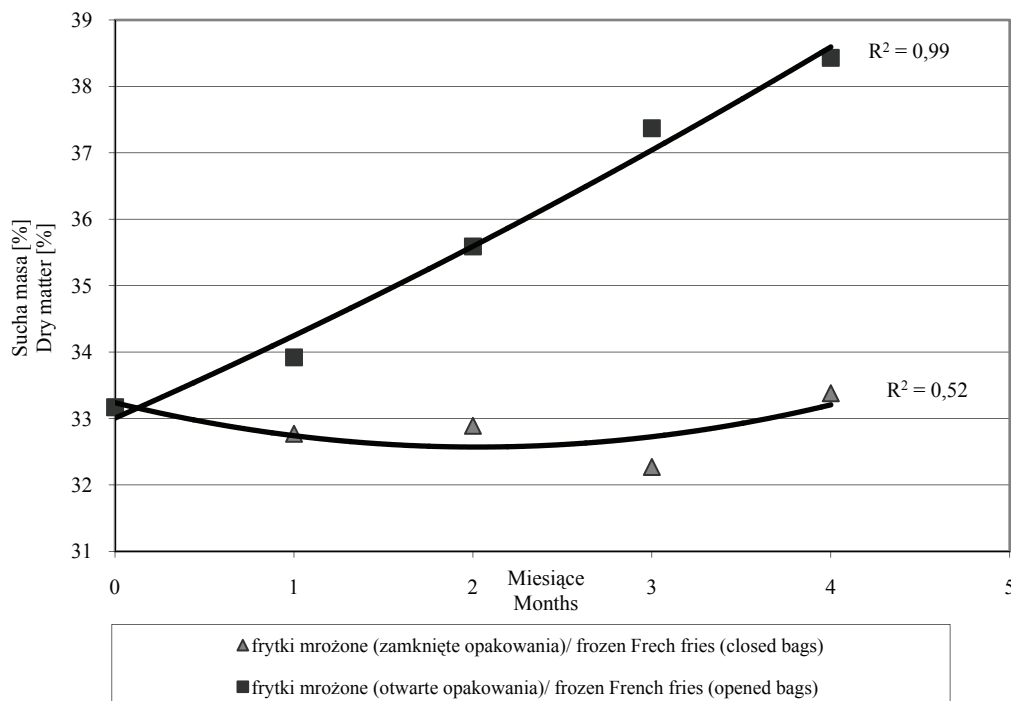
Wyróżnik Distinguishing mark	Przed przechowywaniem Before storage	Po czterech miesiącach przechowywania After four months of storage				NIR LSD
		Opakowania zamknięte Closed packaging		Opakowania otwarte Opened packaging		
		- 20°C	- 29°C	-20°C	-29°C	
Sucha masa [%] Dry matter [%]	33,17	33,82	32,95	38,37	38,48	* 0,023 ** 0,014 ***0,014
Zawartość tłuszczu [%] Fat content [%]	3,62	3,55	3,73	3,63	3,71	
Liczba kwasowa [mg KOH/g] Acid value [mg KOH/g]	1,32	1,29	1,32	1,31	1,33	* 0,014 ** 0,010 ***0,010
Liczba Lea Lea value	0,35	2,10	2,61	4,62	4,64	* 0,151 ** 0,096 ***0,096
Skład ważniejszych kwasów tłuszczowych [%] The content of main fatty acids [%]						
C 16:0	40,98	36,83	35,93	36,94	39,26	
C 18:0	4,55	4,55	4,98	5,17	4,89	
C 18:1	38,87	44,30	44,21	43,50	42,40	
C 18:2	11,97	11,15	11,15	10,35	9,63	
C 18:3	0,61	0,43	0,35	0,54	0,31	
Izomery <i>trans</i>	0,78	0,86	0,86	0,91	0,97	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* czas przechowywania / storage time;

** szczelność opakowań / tightness of packagings;

*** temperatura przechowywania / storage temperature.



Rys. 1. Zmiany zawartości suchej masy [%] w mrożonych frytkach ziemniaczanych przechowywanych przez cztery miesiące (wartości średnie s.m. z obu temperatur (n=12) przechowywania).

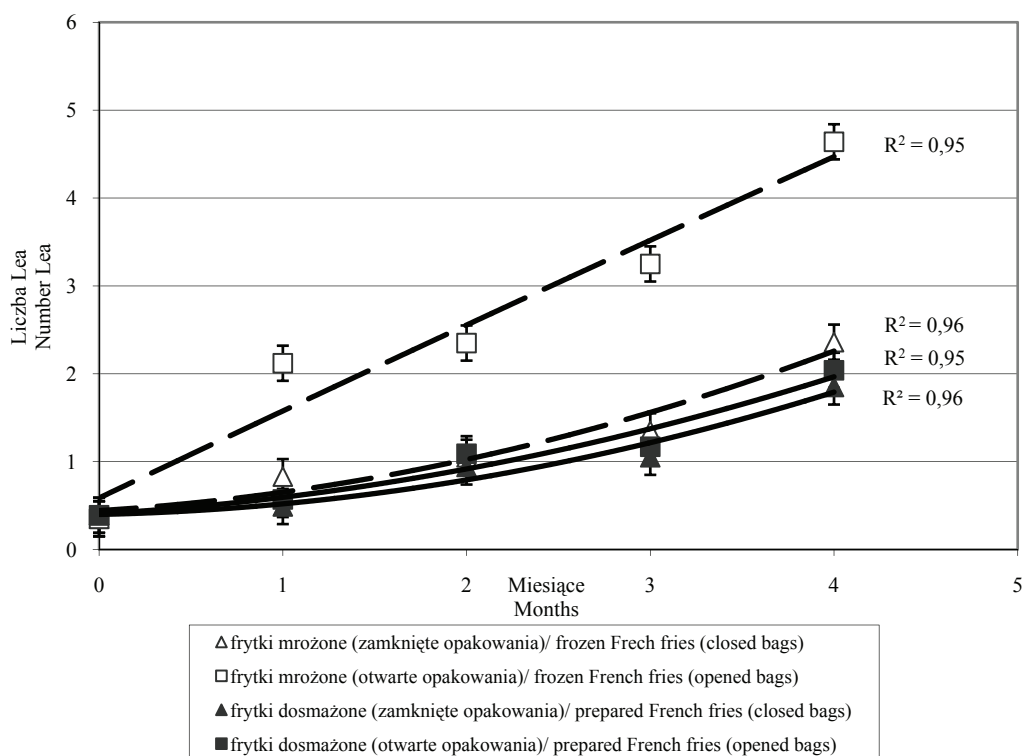
Fig. 1. Changes of dry matter [%] in frozen French fries stored during four months (mean value of storage temperatures (n=12)).

Ćwiertniewski i wsp. [3], analizując zmiany właściwości tłuszczu w mrożonych frytkach ziemniaczanych podczas 24 miesięcy przechowywania, stwierdzili zwiększenie zawartości nadtlenków do 3,4 mmol O₂/kg.

Przechowywanie wpłynęło również na zmiany w składzie kwasów tłuszczowych frakcji tłuszczowej frytek (tab. 1). Po czterech miesiącach przechowywania zmniejszyła się zawartość kwasów wielonienasyconych, przy czym zmiany te były intensywniejsze we frytkach przechowywanych w otwartych opakowaniach. Zmiany składu kwasów tłuszczowych w smażonych przekąskach podczas kilkumiesięcznego przechowywania stwierdzili również inni autorzy [7].

Podczas przygotowywania frytek do spożycia dosmaża się je w tłuszczu. Następuje wówczas częściowa wymiana oleju zawartego we frytkach na olej ze smażalnika [4]. Stąd też pomimo zwiększenia zawartości tłuszczu w gotowym produkcie, jego jakość może ulec poprawie. Liczba kwasowa tłuszczu wyekstrahowanego z usmażonych frytek, niezależnie od warunków i czasu przechowywania, nie przekraczała 1 mg KOH/g. Istotnemu obniżeniu, w porównaniu z półproduktem, uległa liczba Lea –

szczególnie w próbach przechowywanych w opakowaniach uszkodzonych. Nawet po czterech miesiącach przechowywania zawartość nadtlenków w tłuszczu z usmażonych frytek nie przekraczała 2 mmol O₂/kg (rys. 2).



Rys. 2. Zmiany liczby Lea w tłuszczu wyekstrahowanym z mrożonych i dosmażonych frytek ziemniaczanych przechowywanych przez cztery miesiące (wartości średnie L.L. z obu temperatur (n=6) przechowywania).

Fig. 2. Changes of number Lea in fat extracted from frozen and fried French fries stored during four months (mean values of storage temperatures (n=6)).

Przechowywanie nie wpłynęło istotnie na zmianę barwy mrożonych frytek (tab. 2). Barwa frytek określona w systemie CIELAB wartościami jednostek L*, a* i b* kształtowała się w przedziale określającym barwę jako prawidłową [11].

Zmiany cech organoleptycznych frytek określonych punktowo w skali od 1 do 5 przedstawiono w tab. 3. Frytki przed przechowywaniem charakteryzowały się odpowiednimi cechami i w ogólnej ocenie organoleptycznej osiągnęły 5 punktów. Podczas przechowywania zmianom ulegały przede wszystkim wyróżniki opisujące konsystencję gotowego produktu. Frytki otrzymywane z półproduktu przechowywanego

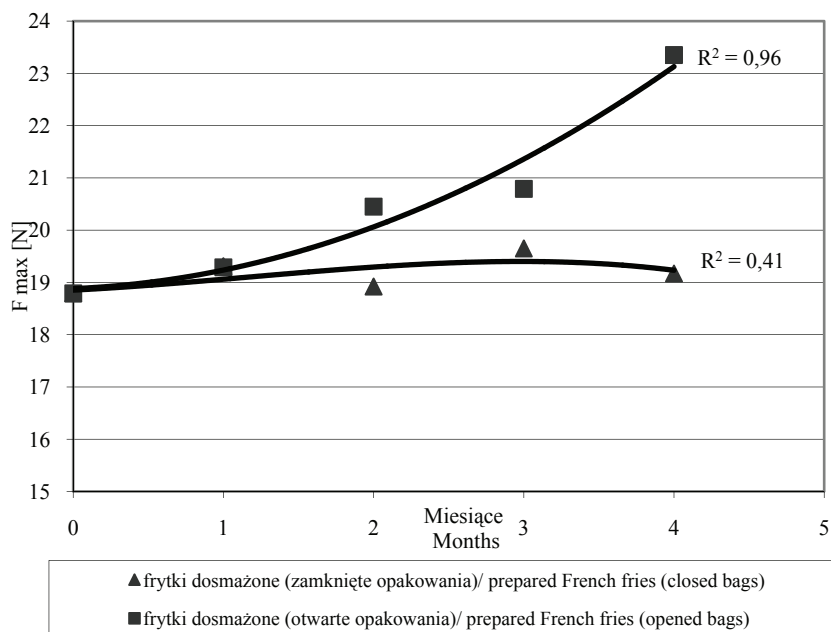
Tabela 2

Barwa (L^* , a^* , b^*) mrożonych frytek ziemniaczanych przed przechowywaniem oraz po czterech miesiącach przechowywania w temperaturze -20°C i -29°C , w opakowaniach zamkniętych oraz otwartych.

The colour (L^* , a^* , b^*) of frozen French fries before and after four months of storage at -20°C and -29°C in closed and opened packages.

Barwa The colour	Przed przechowywaniem Before storage	Po czterech miesiącach przechowywania After four months of storage				NIR LSD
		Opakowania zamknięte Closed packaging		Opakowania otwarte Opened packaging		
		-20°C	-29°C	-20°C	-29°C	
L^*	61,89	62,02	61,77	62,00	62,76	* 1,331 ** 0,842 ***0,841
a^*	1,66	2,09	0,03	1,43	0,86	* 1,24 ** 0,78 ***0,78
b^*	34,08	34,44	33,73	32,85	34,19	* 1,32 ** 0,83 ***0,83

Objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.



Rys. 3. Zmiany tekstury [N] dosmażonych frytek ziemniaczanych przechowywanych przez cztery miesiące (wartości średnie tekstury z obu temperatur ($n=12$) przechowywania).

Fig. 3. Changes of French fries texture [N] during storage for four months (mean values of texture of both storage temperatures ($n=12$)).

w otwartych opakowaniach oceniono na poziomie 4,2 pkt, a w zamkniętych 4,5 pkt. Różnice konsystencji analizowanych frytek stwierdzono również w ocenie instrumentalnej tekstury (rys. 3). Frytki otrzymywane z półproduktu przechowywanego w opakowaniach uszkodzonych charakteryzowały się większą twardością (wyrażoną jako siła potrzebna do przecięcia frytki) w porównaniu z frytkami z opakowań zamkniętych. Po czterech miesiącach przechowywania, niezależnie od temperatury, twardość tych frytek wynosiła 23,5 N, natomiast frytek z opakowań zamkniętych – 19,2 N. Zwiększenie twardości frytek z opakowań uszkodzonych związane było ze zwiększeniem zawartości suchej masy. Potwierdzają to badania innych autorów, którzy wykazali zależność pomiędzy zawartością składników suchej masy – skrobi i polisacharydów nieskrobiowych a teksturą uzyskiwanych frytek [5, 13].

Tabela 3

Ocena organoleptyczna w skali 5-punktowej dosmażonych frytek ziemniaczanych przed przechowywaniem oraz po czterech miesiącach przechowywania w temperaturze -20°C i -29°C, w opakowaniach zamkniętych oraz otwartych [pkt].

Organoleptic assessment (5 points scale) of fried French fries before storage and after four months of storage at -20°C and -29°C in closed and opened packaging [scores].

Wyróżnik Distinguishing mark	Przed przechowywaniem Before storage	Po czterech miesiącach przechowywania After four months of storage			
		Opakowania zamknięte Closed packaging		Opakowania otwarte Opened packaging	
		- 20°C	- 29°C	-20°C	-29°C
Barwa Colour	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Jednolitość zarumienienia Uniformity of blush	5,0	4,0	3,5	4,0	4,0
Konsystencja Consistency	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0
Chrupkość części zewnętrznej External texture - crispness	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0
Mączystość wnętrza Internal texture - mealiness	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0
Oleistość Oiliness	5,0	4,0	4,5	3,5	4,0
Smak i zapach Taste and odour	5,0	4,5	4,5	4,0	4,5
Ocena ogólna Total evaluation	5,0	4,5	4,5	4,2	4,2

Wnioski

1. Frytki przed przechowywaniem charakteryzowały się prawidłową zawartością tłuszczu o dobrych parametrach jakościowych (liczby kwasowa i Lea) oraz dobrą jakością sensoryczną.
2. Podczas czteromiesięcznego przechowywania następowały zmiany jakości zawartego we frytkach tłuszczu – zwiększeniu uległa zawartość nadtlenków (liczba Lea), zmniejszyła się zawartość kwasów wielonienasyconych, a zwiększyła kwasów jednonienasyconych. Zmiany frakcji tłuszczowej zachodziły intensywniej w próbach frytek przechowywanych w uszkodzonych opakowaniach.
3. Czas przechowywania i brak szczelności opakowań wpłynął na pogorszenie konsystencji frytek – frytki charakteryzowały się zbyt twardą konsystencją.
4. Czteromiesięczne przechowywanie frytek zarówno w temperaturze -20°C , jak i -29°C nie obniżyło jakości produktu, jeśli opakowania były szczelne (nieuszkodzone).

Literatura

- [1] Betliński Ł., Bonca Z.: Wpływ metod zamrażania produktów żywnościowych na ich cechy jakościowe. *Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna*, 2000, **8**, 335-341.
- [2] Czapski J., Michniewicz J.: Wpływ opakowania na zmiany jakości żywności podczas przechowywania. *Przem. Spoż.*, 1997, **10**, 15-19.
- [3] Ćwiertniewski K., Polak E., Egierski K.: Wybrane zagadnienia dotyczące przechowywanych mrożonych półproduktów kulinarnych. *Chłodnictwo*, 2005, **12**, 44-48.
- [4] Dobarganes C., Marquez-Ruiz G., Velasco J.: Interaction between fat and food during the frying process. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 200, **102**, 521-528.
- [5] Gołubowska G.: Changes of polysaccharide content and texture of potato during French fries production. *Food Chem.*, 2005, **90** (4), 847-851.
- [6] Gruda Z., Postolski J.: Zamrażanie żywności. WNT, Warszawa. 1999, s.17-37, 598-623.
- [7] Kita A., Aniołowski K., Włodarczyk E.: Zmiany frakcji tłuszczowej w przechowywanych produktach przekąskowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **2** (35), 87-96.
- [8] Kmieciak W., Lisiewska Z., Jaworska G.: Porównanie jakości mrożonych malin w zależności od zastosowanych dodatków. *Roczniki PZH*, 1996, **4**, 401-410.
- [9] Lisińska G., Leszczyński W., Golachowski A., Regiec P., Pęksa A., Kita A.: Ćwiczenia z technologii przetwórstwa węglowodanów. Wyd. AR we Wrocławiu, Wrocław 2002.
- [10] Lisińska G.: Przetwory ziemniaczane spożywcze: wielkość produkcji, wartość żywieniowa. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2004, **500**, 57-68.
- [11] Pęksa A., Tajner A.: Porównanie metody wizualnej z metodą obiektywną oznaczania barwy frytek ziemniaczanych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Technologia Żywności*, 1994, **VII**, 131-139.
- [12] PN-A-82201:1996. Półprodukty i potrawy. Mrożone wyroby kulinarne.
- [13] Tajner-Czopek A., Kita A., Pęksa A., Lisińska G.: The quality of French fries in dependence on the potato variety and the contents of polysaccharides in tubers. *Horticulture and Vegetable Growing*, 2003, **22** (4), 158-166.
- [14] Zgórska K., Frydecka-Mazureczyk A.: Porównanie jakości frytek oferowanych konsumentom w handlu detalicznym. *Ziemniak Polski*, 2000, **3**, 9-13.

THE EFFECT OF STORAGE CONDITIONS ON CHANGES OF FAT FRACTION AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF FRENCH FRIES**S u m m a r y**

The aim of the study was to examine the influence of time and temperature of storage and leakiness of packaging bags on changes of fat fraction and organoleptic properties of frozen French fries.

The frozen French fries after I stage of frying obtained from the manufacturer were used in tests. French fries - originally packed closed and opened (thorn) were stored for 4 months in cooling chambers at -20 and -29°C were analyzed. The measurements conducted every month during four months of storage in frozen material included the dry matter and fat content, acid and Lea value of the fat extracted from products, fatty acid composition. In fried French fries texture, colour, acid and Lea value of the fat and organoleptic evaluation including colour, taste, smell and texture were analysed.

On the basis of the tests it was stated that French fries before storage exhibited proper content of good quality fat (acid and Lea value) and good organoleptic quality. Some changes in fat fraction of 4 months stored French fries were stated – increase of Lea value and peroxides content and decrease of polyunsaturated fatty acids content. The changes were more intensive in samples stored in opened (thorn) packaging. The time of storage and leakiness of packaging influenced French fries texture – samples stored in opened packaging exhibited too hard texture. The 4 months French Fries storage at -20 and -29°C did not decrease the quality of the product, only if the package was closed.

Key words: French fries, freezing, storage, fat, organoleptic features ☒

RENATA CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA, JACEK KIJOWSKI, EDWARD
NOWAK, JAN ZABIELSKI

WPLYW TEMPERATURY NA DYNAMIKĘ ZMIAN LICZBY BAKTERII W WYBRANYCH WĘDLINACH PRZECHOWYWANYCH W WARUNKACH HANDLU HURTOWEGO I DETALICZNEGO

Streszczenie

Celem badań była ocena wpływu temperatury przechowywania na dynamikę zmian liczby bakterii w wybranych wędlinach, zróżnicowanych pod względem składu, stopnia rozdrobnienia surowca i technologii produkcji. Badania ogólnej liczby bakterii tlenowych prowadzono w dniu dostawy do hurtowni oraz w 3., 5., 7., 9. i 11. dniu przechowywania wędlin w temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$, $8 \pm 1^\circ\text{C}$ i $12 \pm 1^\circ\text{C}$. W okresie przechowywania kiełbasy składowane w temp. $12 \pm 1^\circ\text{C}$ charakteryzowały się wyższą liczbą bakterii w porównaniu z próbkami przechowywanymi w temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$ i $8 \pm 1^\circ\text{C}$. Przeprowadzone badania potwierdzają kluczowy wpływ temperatury przechowywania kiełbas na zanieczyszczenie mikrobiologiczne, widoczne zmiany sensoryczne i okres trwałości. Przechowywanie kiełbas w temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$ pozwala przedłużyć okres ich przydatności do spożycia o około 4 dni.

Słowa kluczowe: temperatura przechowywania, wędliny, okres trwałości

Wprowadzenie

W czasie chłodniczego przechowywania jakość mięsa i przetworów z mięsa pogarsza się na skutek działania rozwoju mikroflory tlenowej, aktywności enzymów tkankowych i bakteryjnych, utleniania barwników hemowych, utleniania lipidów oraz wysychania powierzchni na skutek odparowywania wody [1]. Produkty żywnościowe, w tym mięso i przetwory z mięsa, charakteryzują się określonym początkowym zanieczyszczeniem mikrobiologicznym, uzależnionym od wielu czynników, takich jak higiena procesu produkcyjnego czy skład surowcowy. Wskazuje się, że stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego, woda wolna i temperatura są głównymi czynnikami wpływającymi na postępowanie procesu psucia. W całym łańcuchu produkcji mięsa

Dr R. Cegielska-Radziejewska, prof. dr hab. J. Kijowski, mgr inż. E. Nowak, prof. dr hab. J. Zabielski, Katedra Zarządzania Jakością Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

i przetworów mięsnych, począwszy od pozyskania surowca do dostarczenia wyrobu konsumentowi, konieczne jest dążenie do zminimalizowania dynamiki przemian prowadzących do zepsucia. Dla konsumenta najistotniejszym wyróżnikiem jakości produktu, możliwym do bezpośredniej oceny, są cechy sensoryczne, szczególnie barwa, zapach i smak. Deklarowane przez producenta okresy przydatności do spożycia przetworów z mięsa uzależnione są od wielu czynników, takich jak: skład surowcowy, w tym składniki niemięsne, zawartość i rodzaj stosowanych konserwantów, początkowe zanieczyszczenie mikrobiologiczne, a_w , pH, potencjał oksydoredukcyjny. Do czynników zewnętrznych mających wpływ na trwałość tego typu produktów należy zaliczyć: temperaturę przechowywania, sposób i warunki pakowania, zastosowane operacje technologiczne, np. peklowanie i obróbka cieplna oraz wpływ światła. W procesie dystrybucyjnym mięsa i jego przetworów kluczową rolę odgrywa temperatura determinująca wzrost stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego, jak i zmiany wyróżników jakościowych [16].

Przedłużenie okresu zachowania wymaganych cech produktu po zakończeniu procesu przetwórczego, w czasie dostarczania go konsumentowi, można uzyskać stosując: pakowanie w modyfikowanej atmosferze, pakowanie z zastosowaniem kultur ochronnych, wybrane metody utrwalania oraz odpowiednie warunki transportu i przechowywania. System sprzedaży produktów mięsnych, szczególnie przez sieć hurtowni i supermarketów wymaga zapewnienia ich świeżości i pożądaných cech w wydłużonym okresie dystrybucji. W placówkach hurtowych produkty mięsne przechowywane są najczęściej w opakowaniach jednostkowych do 2 kg, w atmosferze modyfikowanej z udziałem dwutlenku węgla oraz azotu i w takiej formie trafiają do handlu detalicznego. Taki sposób przechowywania produktów mięsnych pozwala wydłużyć okres ich trwałości i zwiększyć dyspozycyjność w czasie dystrybucji [1, 3, 4, 5, 7, 8, 16]. Należy jednak podkreślić, że nawet stosowanie pakowania produktów w modyfikowanej atmosferze czy zastosowanie innego sposobu utrwalania nie zwalnia z konieczności utrzymania niskiej temperatury [2]. Przestrzeganie ustalonych warunków transportu i magazynowania zapewniających utrzymanie pożądanęj jakości produktu i ograniczających procesy psucia warunkuje bezpieczeństwo zdrowotne produkowanych wyrobów.

Prawidłowa dystrybucja mięsa i jego przetworów polega na takim ich rozdysponowaniu, aby zmiany cech jakościowych w czasie przechowywania i transportu były zminimalizowane. Ostatnie końcowe, a zarazem kluczowe, ogniwo łańcucha produkcji i dystrybucji stanowią placówki handlu detalicznego. Wskazuje się na częste zaniedbania na tym etapie dystrybucji, przejawiające się przede wszystkim niewłaściwym postępowaniem i brakiem dostatecznej wiedzy dotyczącej wymaganych warunków obrotu produktami. Powszechnym postępowaniem w punktach sprzedaży detalicznej jest gromadzenie pewnej ilości zapasów i dłuższe przetrzymywanie produktów, czego

efektem może być znaczne pogorszenie ich jakości w przypadku nieprzestrzegania wymaganych warunków przechowywania. Temperatura w magazynach i ladach chłodniczych powinna odpowiadać wymaganiom umieszczonych w nich produktów. Niezbędne jest monitorowanie pracy urządzeń chłodniczych. Istotne znaczenie ma również szybkie tempo załadunku towaru i brak przestojów, przeciwdziałające przerwaniu łańcucha chłodniczego i niekorzystnym zmianom jakości.

Przydatnym narzędziem kontroli produktów świeżych i łatwo psujących się w jednostkach handlu detalicznego mogą być wskaźniki zmian czas-temperatura (TTI) czy wskaźniki świeżości, dające możliwość oceny jakości produktu w trakcie jego nabywania. Celem stosowania wskaźników TTI jest monitorowanie temperatury produktu i otoczenia i informowanie o jego przydatności do spożycia. Takie wskaźniki stosowane są w USA i Europie Zachodniej, również w opakowaniach schłodzonych produktów mięsnych. Funkcjonują dwa rodzaje wskaźników. W przypadku pierwszego typu zasada działania polega na zmianie właściwości produktu pod wpływem działania temperatury wyższej od wymaganej. Drugi rodzaj umożliwia monitorowanie i rejestrowanie wszelkich odchyłeń od temperatury w całym cyklu dystrybucyjnym, integruje czas i natężenie występowania tych zmian [9, 10, 16].

Celem pracy była mikrobiologiczna ocena wybranych wędlin, przechowywanych bez opakowania w zróżnicowanych warunkach temperaturowych, symulujących warunki spotykane w ladach chłodniczych, w których częstotliwość zamykania i otwierania jest znaczna, a wymagania temperaturowe często nie są przestrzegane. Gromadzenie informacji dotyczących wpływu różnych czynników na jakość mikrobiologiczną produktu umożliwia szacowanie ryzyka mikrobiologicznego. Głównym narzędziem szacowania ryzyka mikrobiologicznego jest mikrobiologia prognostyczna, związana z rozwojem modeli matematycznych opisujących zmiany populacji. Mikrobiologiczne modele prognostyczne stanowią ważne narzędzie wspomagające zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności [19, 20].

Materiał i metody badań

Surowcem do badań były wybrane kiełbasy o różnym stopniu rozdrobnienia (drobno i średnio rozdrobnione) i technologii otrzymywania, znajdujące się w ofercie handlowej magazynu hurtowego, podlegające szybkiej rotacji podczas dystrybucji do punktów sprzedaży detalicznej. Ocenie poddano: kiełbasę parówkową, kiełbasę białą wieprzową, kiełbasę złotopolską i białą drobiową. Wymienione rodzaje kiełbas wyprodukowano zgodnie z zaleceniem normy [17] oraz przyjętą recepturą. Charakterystyka badanych kiełbas przedstawia się następująco:

- kiełbasa parówkowa, parzona, wędzona (homogenizowana) - surowiec stanowiło mięso wieprzowe, wołowe, tłuszcz wieprzowy, sól, woda, przyprawy, substancje dodatkowe;

- kielbasa biała wieprzowa, (średnio rozdrobniona), parzona – surowiec stanowiło mięso wieprzowe 75%, woda, skrobia, sól, białko roślinne, przyprawy, substancje naturalne;
- kielbasa złotopolska (średnio rozdrobniona) – surowiec mięso z piersi kurcząt 52,5%, mięso z kurcząt oddzielone mechanicznie 15,7%, skórki drobiowe, tłuszcz wieprzowy, skrobia ziemniaczana, woda, sól, białko sojowe, przyprawy, laktoza, substancje dodatkowe;
- kielbasa biała drobiowa (średnio rozdrobniona) surowiec mięso z kurcząt oddzielone mechanicznie 30,3%, mięso z ud kurcząt 18,5%, skórki z kurcząt, woda, białko sojowe, sól, skrobia ziemniaczana, przyprawy.

Produkty dostarczane od producenta do magazynu hurtowego pakowane były w modyfikowanej atmosferze (70% N₂ i 30% CO₂), w opakowaniach zbiorczych, o masie 1,5-2 kg, ułożonych w pojemnikach lub kartonach. W czasie przyjęcia produktów mięsnych do magazynu hurtowego każde opakowanie transportowe zaopatrzone było w etykietę z następującymi danymi: nazwa produktu i rodzaj wędliny, wykaz składników wg udziału surowców, termin przydatności do spożycia, masa netto, warunki przechowywania, nazwa i adres producenta lub dystrybutora [17]. Badane produkty były zgodne z deklaracją składu surowcowego określonego w podanej podstawowej charakterystyce danego sortymentu. Surowce mięsno-tłuszczowe użyte do produkcji wędlin pochodziły z tusz zwierząt rzeźnych uznanych przez Inspekcję Weterynaryjną za zdatne do spożycia bez zastrzeżeń. Surowce uzupełniające i substancje dodatkowe odpowiadały aktualnym wymaganiom. Osłonki naturalne odpowiadały wymaganiom normy [17] i miały atest jednostki resortu zdrowia. Przędzę wędliniarską wykonano z bezbarwnych włókien naturalnych. Szpilki drewniane o średnicy od 3-4 mm wykonano z drewna bezwonnego o gładkiej powierzchni. Produkt w opakowaniach jednostkowych o wymienionej masie pakowany w MAP nabywca detaliczny otwiera przed eksponowaniem towaru w ladzie sklepowej.

Badania kielbas prowadzono w dniu dostawy oraz po różnych okresach przechowywania: w 3., 5., 7., 9. i 11. dniu. Pierwszy dzień badań oznacza dzień dostawy produktów do hurtowni. Kielbasy przechowywano w temperaturze: $1 \pm 1^\circ\text{C}$, $8 \pm 1^\circ\text{C}$ i $12 \pm 1^\circ\text{C}$. Stosując obowiązujące metody [14, 18] oznaczano ogólną liczbę bakterii tlenowych. Próby o masie 10 g pobierano ze środkowej części kielbas i homogenizowano z płynem do rozcieńczeń. Oznaczenie liczby bakterii wykonywano metodą zalewową, stosując Standard Plate Count Agar firmy Oxoid. Inkubację prowadzono w temp. 30°C przez 72 h. Wyniki podawano w przeliczeniu na 1 g produktu. Liczbę komórek bakterii obliczano z płytek, na których wyrosło od 30 do 300 kolonii. Prowadzono również obserwacje wyglądu zewnętrznego kielbas, szczególnie barwy i zapachu.

Obliczenia statystyczne wykonywano przy zastosowaniu programu Statistica 7.1. Do opisu wzrostu i przeżywalności ogólnej liczby bakterii we wszystkich badanych kielbasach stosowano modele Gompertza (program Bacterial Growth Kinetics). Podano parametry kinetyczne wzrostu bakterii oszacowane na podstawie funkcji Gompertza: współczynnik szybkości wzrostu bakterii [$\log(\text{cfug})/\text{h}$] i czas generacji [h].

Wyniki i dyskusja

W czasie przechowywania obserwowano wzrost liczby bakterii tlenowych zależny od rodzaju kielbasy i temperatury przechowywania (tab. 1). Oznaczenie liczby bakterii w gotowych kielbasach w dniu dostawy do magazynu hurtowego wykazało zróżnicowane początkowe zanieczyszczenie mikroflorą na poziomie 2,64-3,66 log jtk/g. Największą wyjściową liczbą bakterii tlenowych charakteryzowała się kielbasa biała wieprzowa, podczas gdy najmniejszą liczbę bakterii stwierdzono w próbach kielbasy złotopolskiej (tab. 1). Różnice w początkowym zanieczyszczeniu mikrobiologicznym badanych wędlin mogą wynikać z rodzaju i jakości użytych surowców, zastosowanych dodatków, np. przypraw, sposobów obróbki oraz poziomu higieny produkcji [12, 21]. W tym przypadku istotny może być wpływ sanitarno-higienicznych warunków wytwarzania, ponieważ należy zaznaczyć, że wędliny pochodziły od różnych producentów. Dwie spośród badanych wędlin (kielbasa złotopolska i parówkowa), charakteryzujące się najmniejszą wyjściową liczbą bakterii, poddano w procesie technologicznym procesowi wędzenia.

W badanym okresie próby wszystkich kielbas przechowywane w temp. $12 \pm 1^\circ\text{C}$ charakteryzowały się większą liczbą bakterii w porównaniu z próbami przechowywanymi w temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$ i $8 \pm 1^\circ\text{C}$ (tab. 1). Znacznie statystycznie istotne zróżnicowanie liczby bakterii w próbach kielbas przechowywanych w trzech zakresach temperatury miało miejsce w 7. dniu przechowywania. Jedynie w przypadku kielbasy białej wieprzowej różnice stwierdzono już w 5. dniu przechowywania w temp. $12 \pm 1^\circ\text{C}$, na co wpływ mógł mieć najwyższy poziom początkowego zanieczyszczenia mikrobiologicznego. W tym okresie liczba bakterii w próbach kielbas przechowywanych w niższych zakresach temperatury (1 i 8°C) kształtowała się na poziomie 10^3 - 10^4 jtk/g, podczas gdy w próbach przechowywanych w temp. 12°C wynosiła 10^4 - 10^5 jtk/g. Wtedy też stwierdzono widoczne różnice w wyglądzie zewnętrznym, szczególnie w barwie i zapachu badanych kielbas przechowywanych w różnych zakresach temperatury. Najmniejsze niekorzystne zmiany organoleptyczne obserwowano w przypadku prób kielbas przechowywanych w najniższej temperaturze ($1 \pm 1^\circ\text{C}$). Pełna ocena sensoryczna zostanie przeprowadzona w kolejnym etapie badań. W badaniach Nowak i Krysiak [15], dotyczących pakowanych próżniowo parówek, największy wzrost liczby bakterii stwierdzono w pierwszym tygodniu przechowywania, niezależnie od zastosowanej temperatury.

Tabela 1

Ogólna liczba bakterii tlenowych w kielbasach przechowywanych w zróżnicowanej temperaturze [log jtk/g].

Total number of aerobic bacteria in sausages stored at different temperatures [log cfu/g].

Temperatura [°C] Temperature [°C]	Okres przechowywania [dni] Storage time [days]	Rodzaj kielbasy Type of sausage			
		złotopolska local brand pork sausage	biała drobiowa non-smoked poultry sausage	parówkowa wiener type sausage	biała wieprzowa non-smoked pork sausage
1	1*	2,64±0,52a	3,14±0,21a	3,19±0,15a	3,66±0,12a
	3	2,84±0,06ab	3,18±0,09a	3,47±0,34ab	3,79±0,44ab
	5	3,16±0,06ab	3,34±0,49ab	3,49±0,58ab	3,96±0,59ab
	7	3,19±0,38ab	3,73±0,18bcd	3,61±0,13abc	4,05±0,27abc
	9	3,59±0,08bc	4,05±0,72cde	4,16±0,25bcd	4,23±0,36abcd
	11	3,98±0,43bc	4,50±0,11f	4,17±0,16cd	4,30±0,30abcd
8	1	2,64±0,52a	3,14±0,21a	3,19±0,15a	3,66±0,12a
	3	3,02±0,21ab	3,32±0,33ab	3,57±0,34abc	4,08±0,27abc
	5	3,36±0,19abc	3,67±0,13abc	3,96±0,03abc	3,97±0,72abc
	7	3,81±0,37c	4,18±0,16def	4,75±0,43def	4,86±0,25d
	9	3,94±0,59c	4,33±0,63ef	4,85±0,34def	5,03±0,49d
	11	4,75±0,15d	5,14±0,29fg	5,35±0,17efg	5,06±0,79d
12	1	2,64±0,52a	3,14±0,21a	3,19±0,15a	3,66±0,12a
	3	3,38±0,02abc	3,32±0,22ab	3,88±0,37abc	4,45±0,25bcd
	5	3,47±0,03abc	3,70±0,36bcd	3,97±0,35abc	4,73±0,21cd
	7	4,54±0,16d	4,30±0,07ef	5,14±0,47ef	5,08±0,18de
	9	4,56±0,12d	5,17±0,23g	5,31±0,17efg	5,73±0,30e
	11	4,95±0,31d	6,46±0,02h	5,84±0,36g	5,97±0,17e

Objaśnienia: / Explanatory notes:

1* - dzień dostawy / delivery day

Wyniki wyrażono jako wartości średnie (n = 4) / Results expressed as mean values (n = 4)

a-h różne litery przy wartościach średnich dotyczące czasu i temperatury przechowywania tej samej kielbasy oznaczają statystycznie istotne różnice na poziomie p = 0,05 / different letters used for mean values concerning the influence of time and storage temperatures designate statistically significant differences at the level of p = 0.05.

W 11. dniu przechowywania prób w temp. 12°C największą liczbę bakterii na poziomie 10^6 jtk/g stwierdzono w próbach kielbasy białej drobiowej, a najmniejszą w próbach kielbasy złotopolskiej. W parówkach pakowanych próżniowo liczba bakterii po 12 dniach przechowywania kształtowała się na wyższym poziomie 10^6 – 10^7 jtk/g [15]. Wzrost liczby bakterii w produktach pakowanych próżniowo może wynikać ze znacznego wzrostu liczby bakterii fermentacji mlekowej [6, 11, 13, 15]. W końcowym okresie przechowywania liczba bakterii była najniższa w próbach kielbasy złotopolskiej charakteryzującej się najmniejszym początkowym zanieczyszczeniem mikrobiologicznym, pomimo wzrostu bakterii w badanym okresie o 187,5% (tab. 2).

W czasie przechowywania wędlin w temp. 12°C największy wzrost bakterii obserwowano w próbach kielbasy białej drobiowej, a najmniejszy w próbach kielbasy białej wieprzowej, odpowiednio o 3,32 i o 2,11 rzędu logarytmicznego. Wysoki wzrost liczby bakterii w tej temperaturze stwierdzono również w kielbasie parówkowej, co może wynikać ze znacznego rozdrobnienia surowca, charakterystycznego dla tego rodzaju wędliny. W czasie okresu przechowywania największy wzrost liczby bakterii stwierdzono w kielbasie białej drobiowej i złotopolskiej odpowiednio o 205,7 i 187,5% (tab. 2), do produkcji których użyto mięsa drobiowego, w tym odkostnionego mechanicznie oraz skórek drobiowych. Wyższym procentowym udziałem mięsa odkostnionego mechanicznie charakteryzowała się kielbasa biała drobiowa, co przypuszczalnie miało wpływ na najwyższy poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego w końcowym okresie przechowywania. Mięso odkostnione mechanicznie, ze względu na swój skład i sposób uzyskiwania, jest szczególnie podatne na rozwój mikroflory [21]. Podobną tendencję obserwowano również w przypadku prób wędlin przechowywanych w temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$. W tej temperaturze największy wzrost bakterii stwierdzono w kielbasie białej drobiowej i złotopolskiej (odpowiednio o 1,36 i 1,34 rzędu logarytmicznego), a mniejszy w kielbasie białej wieprzowej i parówkowej (o 0,64 i 0,98 rzędu logarytmicznego).

Tabela 2

Ogólna liczba bakterii w badanych kielbasach w czasie przechowywania [% log jtk/g].
Total bacterial number in tested sausages during storage time [% log cfu/g].

Temperatura [°C] Temperature [°C]	Rodzaj kielbasy Type of sausage			
	złotopolska local brand pork sausage	biała drobiowa non-smoked poultry sausage	parówkowa wiener type sausage	biała wieprzowa non-smoked pork sausage
1	150,7	143,3	117,5	130,7
8	179,9	163,7	153,0	167,7
12	187,5	205,7	163,1	183,1

Uzyskane wyniki mogą wskazywać, że szybkość wzrostu bakterii w wędlinach uzależniona była od ich składu surowcowego, jak też od temperatury przechowywania. W kielbasach przechowywanych w temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$, w końcowym okresie przydatności do spożycia, liczba bakterii była statystycznie istotnie niższa aniżeli w kielbasach przechowywanych w temp. $8 \pm 1^\circ\text{C}$ i $12 \pm 1^\circ\text{C}$ (odpowiednio o 0,76-1,18 i 0,97-1,96 rzędu logarytmicznego). W 11. dniu, niezależnie od zastosowanej temperatury przechowywania, żadna z badanych prób kielbas nie nadawała się do konsumpcji na skutek widocznych zmian wyglądu zewnętrznego, takich jak śluzowacenie, obsuszanie, nieprzyjemny zapach i obecność pleśni. Biorąc pod uwagę liczbę bakterii tlenowych oraz widoczne zmiany wyglądu, szczególnie barwy i zapachu, można stwierdzić, że próby wędlin przechowywane w temp. 12°C charakteryzowały się o około 4 dni krótszym okresem przydatności do spożycia aniżeli próby przechowywane w najniższej temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$. Procesy psucia badanych kielbas nie są związane jedynie z liczbą bakterii tlenowych. Niekorzystne zmiany wyglądu zewnętrznego, szczególnie na powierzchni, obserwowano wcześniej, zanim liczba bakterii osiągnęła poziom 10^6 - 10^7 jtk/g. Wskazuje się, że zmiany sensoryczne wędlin pakowanych próżniowo uzależnione są nie tylko od liczby bakterii, ale również od rodzaju mikroflory powodującej psucie [15].

W celu opisu wzrostu i przeżywalności ogólnej liczby bakterii we wszystkich badanych kielbasach wykorzystano modele Gompertza (rys. 1, 2, 3 i 4). Aproksymacja modeli do danych empirycznych była wysoka (tab. 3). Parametry kinetyczne wzrostu bakterii ocenione na podstawie funkcji Gompertza przedstawiono w tab. 3.

W przypadku wszystkich badanych kielbas, z wyjątkiem białej wieprzowej, maksymalna szybkość wzrostu wyliczona z krzywej Gompertza była najwyższa w temp. 12°C . Wyższy współczynnik szybkości wzrostu bakterii w przypadku kielbasy białej wieprzowej przechowywanej w temp. 8°C wynika ze znacznego wzrostu liczby bakterii pomiędzy 5. a 7. dniem przechowywania, co może być związane z rodzajem mikroflory (rys. 4). Najniższe współczynniki szybkości wzrostu stwierdzono w przypadku prób kielbas przechowywanych w temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$. Podobną zależność obserwowano porównując obliczony czas generacji (tab. 3). Najkrótszy czas generacji bakterii stwierdzono w przypadku prób przechowywanych w temp. 12°C , natomiast najdłuższy czas generacji charakteryzował próby przechowywane w temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$ (tab. 3). Na podstawie parametrów krzywej Gompertza można stwierdzić, że tempo wzrostu bakterii było największe w przypadku kielbas przechowywanych w temp. 12°C , niezależnie od jej rodzaju.

Tabela 3

Parametry krzywej wzrostu Gomperta i szybkości wzrostu wyliczone z krzywej dot. badanych kielbas przechowywanych w różnych zakresach temperatury.

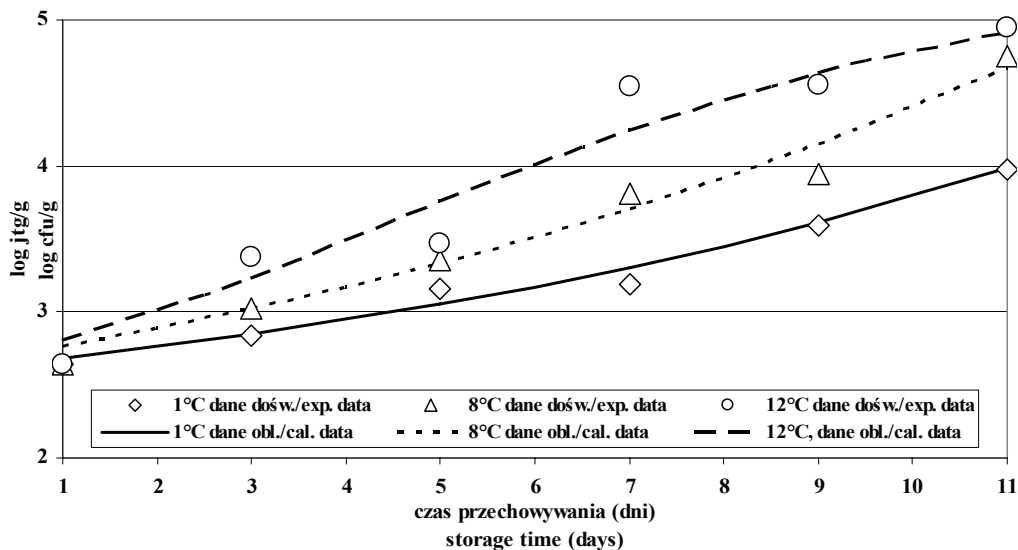
Parameters of the Gompertz growth curve and growth rates calculated from the curve for tested sausages stored at different temperatures.

Sortyment kielbasy Sausage assortment	Temperatura [°C] Temperature [°C]	Parametry krzywej wzrostu Gomperta Parameters of Gompertz growth curve				Parametry szybkości wzrostu wyliczone z krzywej Gomperta Parameters of growth rate calculated from Gompertz curve		Dopasowanie R ² Fit R ²
		A	C	B	M	Maks. szyb. wzrostu Max. growth [log(cfug)/day]*	Czas wzrostu 1 generacji [dni] Time of 1 generation [days]**	
Biała drobiowa Non-smoked poultry sausage	1	3.12	2.54	0.22	8.86	0,18	1,64	0,9962
	8	2.64	76.48	0.04	43.42	0,95	0,32	0,9794
	12	2.94	107.90	0.06	30.88	2,18	0,14	1,0000
Złotopolska Local brand pork sausage	1	2.14	163.37	0.02	73.01	0,23	1,27	0,9783
	8	2.03	55.99	0.03	43.14	0,63	0,48	0,9736
	12	2.50	2.99	0.24	4.36	1,29	0,23	0,947
Parówkowa Wiener type sausage	1	3.17	2.28	0.15	9.20	0,11	2,78	0,9133
	8	3.17	2.54	0.30	5.19	0,24	1,23	0,9814
	12	3.11	3.66	0.22	5.62	0,27	1,12	0,9569
Biała wieprzowa Non-smoked pork sausage	1	3.62	0.91	0.22	5.25	0,06	4,64	0,9917
	8	3.87	1.18	1.31	5.69	0,50	0,60	0,9527
	12	1.58	5.73	0.11	0.07	0,21	1,45	0,9700

Objaśnienia: / Explanatory notes:

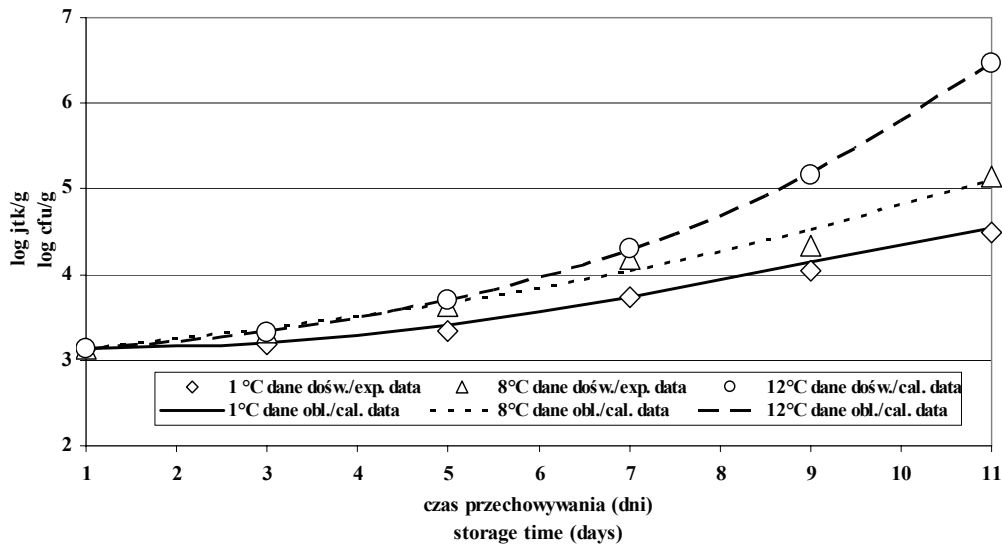
*Maksymalna szybkość wzrostu = BC/e / Max. growth = BC/e

**Czas wzrostu 1 generacji = Ln (2) e/BC / Time of 1 generation = Ln (2) e/BC



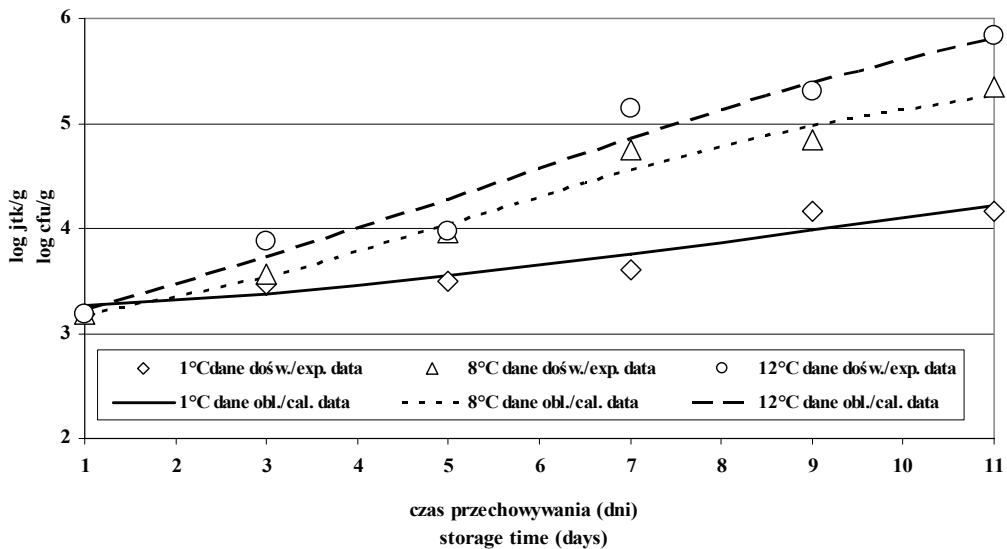
Rys. 1. Model Gompertza wzrostu ogólnej liczby bakterii tlenowych w kielbasie zlotopolskiej przechowywanej w zróżnicowanej temperaturze [log jtk/g].

Fig. 1. The Gompertz growth model for total number of aerobic bacteria in the zlotopolska local brand pork sausage stored at different temperatures [log cfu/g].



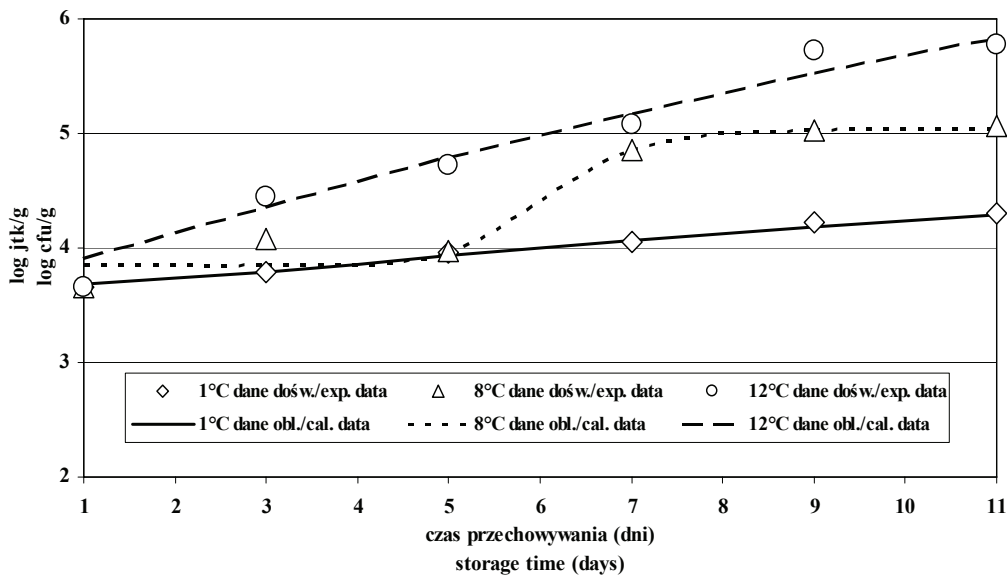
Rys. 2. Model Gompertza wzrostu ogólnej liczby bakterii tlenowych w kielbasie białej drobiowej przechowywanej w zróżnicowanej temperaturze [log jtk/g].

Fig. 2. The Gompertz growth model for total number of aerobic bacteria in non-smoked poultry sausage stored at different temperatures [log cfu/g].



Rys. 3. Model Gompertza wzrostu ogólnej liczby bakterii tlenowych w kielbasie parówkowej przechowywanej w zróżnicowanej temperaturze [log jtk/g].

Fig. 3. The Gompertz growth model for total number of aerobic bacteria in wiener type sausage stored at different temperatures [log cfu/g].



Rys. 4. Model Gompertza wzrostu ogólnej liczby bakterii tlenowych w kielbasie białej wieprzowej przechowywanej w zróżnicowanej temperaturze [log jtk/g].

Fig. 4. The Gompertz growth model for total number of aerobic bacteria in non-smoked pork sausage stored at different temperatures [log cfu/g].

Przeprowadzone badania potwierdzają kluczowy wpływ temperatury przechowywania kielbas na zanieczyszczenie mikrobiologiczne i zmiany w wyglądzie zewnętrznym. Wskazują, że warunkiem dostarczenia konsumentowi produktów mięsnych o gwarantowanej jakości jest przestrzeganie wymaganych warunków temperaturowych w jednostkach handlu hurtowego i detalicznego, stanowiących ostatnie ogniwo łańcucha produkcyjnego. Przechowywanie badanych kielbas w temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$ pozwala przedłużyć okres ich przydatności do spożycia o około 4 dni, w stosunku do prób przechowywanych w temp. 12°C . W celu pełnej oceny zmian zachodzących w przechowywanych wędlinach, w kolejnym etapie badań przeprowadzona zostanie ocena zmian wyróżników sensorycznych umożliwiającą ich powiązanie ze zmianami mikrobiologicznymi.

Wnioski

1. W czasie przechowywania kielbas stwierdzono wzrost liczby bakterii tlenowych, zależny od jej rodzaju i temperatury przechowywania. W badanym okresie kielbasy składowane w temp. $12 \pm 1^\circ\text{C}$ charakteryzowały się wyższą liczbą bakterii w porównaniu z próbami przechowywanymi w temp. $1 \pm 1^\circ\text{C}$ i $8 \pm 1^\circ\text{C}$.
2. W ciągu 11 dni przechowywania największy wzrost liczby bakterii stwierdzono w kielbasie złotopolskiej i białej drobiowej, do produkcji których wykorzystano mięso drobiowe, w tym odkostnione mechanicznie.
3. Badania potwierdzają kluczowy wpływ temperatury na dynamikę zmian mikrobiologicznych w przechowywanych wędlinach. Wskazują, że monitorowanie pracy urządzeń chłodniczych i warunków magazynowania w jednostkach handlu hurtowego i detalicznego, stanowiących ostatnie ogniwo łańcucha produkcyjnego, jest warunkiem dostarczenia konsumentowi produktów o pożądanej jakości w deklarowanym okresie przydatności do spożycia.

Literatura


- [1] Blakistone B.A.: Meats and poultry. In: „Principles and Application of Modified Atmosphere packaging of Foods”. Ed. B.A. Blakistone, Blackie Academic and Professional, Londyn 1998, p. 240.
- [2] Cegielska-Radziejewska R., Pikul J.: Influence of storage temperature on the quality and shelf-life of sliced poultry sausage packaged under modified atmosphere. *Food Sci. Technol.*, 2000, **4**, 17-28.
- [3] Czapski J., Michniewicz J.: Wpływ opakowania na zmiany jakości żywności podczas przechowywania. *Przem. Spoż.*, 1997, **10 (51)**, 15-19.
- [4] Czerniawski B.: Pakowanie mięsa i przetworów mięsnych próżniowo oraz w mieszaninie gazów. *Mięso i Wędliny*, 1998, **6**, 26-30.
- [5] Danyluk B., Gajewska-Szczerbal H., Pyrcz J., Kowalski R.: Trwałość mikrobiologiczna wędlin pakowanych próżniowo. *Acta Sci. Pol. Technologia Alimentaria*, 2004, **3, 2**, 37-44.
- [6] Hamasaki Y., Ayaki M., Fuchu H., Sugiyama M., Morita H.: Behavior of psychrotrophic lactic acid bacteria isolated from spoiling cooked meat products. *Appl. Environm. Microbiol.*, 2003, **69, 6**, 3668-3671.

- [7] Kijowski J., Cegielski-Radziejewska R., Krala L.: Shelf-life extension of meat and its further-processed products stored under modified atmosphere packaging (MAP) – a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, **10/51**, 4, 3-12.
- [8] Korkeala H., Alanko T., Makrela P., Lindroth S.: Shelf-life of vacuum-packed cooked ring sausages at different chill temperatures. *Int. J. Food Microbiol.*, 1989, **9**, 237-247.
- [9] Lesiów T., Kosiorowska M.: Opakowania aktywne i inteligentne w przetwórstwie mięsa. *Ogólnopolski Informator Masarski*, 2005, 51-59.
- [10] Labuza T., Fu B.: Growth kinetics for shelf-life prediction: theory and practice. *J. Industr. Microbiol.* 1993, 309-323.
- [11] Leszczyńska-Fik A., Fik M.: Jakość mikrobiologiczna próżniowo pakowanych wędlin plasterkowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **4 (33)**, 54-60.
- [12] Malicki A., Brużewicz S.: Stan mikrobiologiczny przypraw i przeżywalność wybranych drobnoustrojów w ich środowisku. *Mat. 37. Sesji Nauk. KNoŻ PAN*, Gdynia 2006, s. 121.
- [13] Metaxopoulos J., Mataragas M., Drosinos E.H.: Microbial interaction in cooked cured meat products under vacuum or modified atmosphere at 4°C. *J. Appl. Microbiol.*, 2002, **93**, 363-373.
- [14] *Mikrobiologia żywności – pod red. M. Burbianki, A. Pliszki, H. Burzyńskiej. PZWL, Warszawa 1983.*
- [15] Nowak A., Krysiak E.: Predominant microflora of vacuum-packed frankfurters. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/55**, 91-94.
- [16] Optymalne „okno logistyczne” Rozważania na temat logistyki mięsa i produktów mięsnych w aspekcie specyfiki branży. *Mięso i Wędliny*, 2005, 8, 34-38, 40 (źródło: Pastors P.M. Das optimale logistische Fenster. *Fleischwirtschaft*, 9, 64-67, 2005).
- [17] PN-A-82007/A1: 1998. Przetwory mięsne. Wędliny.
- [18] PN-A-82055-6:1994. Mięso i wędliny. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie ogólnej liczby drobnoustrojów.
- [19] Rosiak E., Kołożyn-Krajewska D.: Modele wzrostu bakterii *Pseudomonas* w produktach gotowych do spożycia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **3 (44) Supl.** 191-206.
- [20] Rosiak E., Kołożyn-Krajewska D.: Zastosowanie metod prognozowania mikrobiologicznego do określania rozwoju mikroflory saprofitycznej w produktach mięsnych utrwalonych lizozymem w formie monomeru. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **3 (36)**, 5-20.
- [21] Wyslouch W., Cegielska-Radziejewska R.: Zasady sanitarne i weterynaryjne w produkcji mięsa i przetworów drobiowych. W: *Mięso i przetwory drobiowe technologia, higiena, jakość*, pod red. T. Grabowskiego i J. Kijowskiego, WNT, Warszawa 2004, s. 507-535.

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE DYNAMICS OF CHANGES IN BACTERIAL COUNTS IN SELECTED SAUSAGES STORED AT WHOLESALE AND RETAIL FACILITIES

Summary

The aim of the study was to assess storage temperature on the dynamics of changes in bacterial counts in selected sausages, varying in terms of their formulation, the rate of raw material comminution and production technology. Analyses of total counts of aerobic bacteria were performed at the day of delivery to the warehouse and at day 3, 5, 7, 9 and 11 of sausage storage at a temperature of $1\pm 1^\circ\text{C}$, $8\pm 1^\circ\text{C}$ and $12\pm 1^\circ\text{C}$. During the analyzed storage time sausage samples stored at $12\pm 1^\circ\text{C}$ were characterized by higher bacterial counts in comparison to samples stored at $1\pm 1^\circ\text{C}$ and $8\pm 1^\circ\text{C}$. Conducted tests confirmed the crucial effect of storage temperature on microbial contamination, visible organoleptic changes and shelf life. Storage of tested sausages at $1\pm 1^\circ\text{C}$ makes it possible to extend their shelf life by approx. 4 days.

Key words: wheat storage temperature, processed meats, shelf life 

GRZEGORZ SZCZEPANIK

WPŁYW EKSTRAKTÓW KOPRU, PODBIAŁU, ROZMARYNU, SKRZYPU, SZAŁWII I TYMIANKU NA HAMOWANIE UTLENIANIA LIPIDÓW WYEKSTRAHOWANYCH Z TKANKI MIĘŚNIOWEJ KURCZĄT I INDYKÓW

Streszczenie

Celem badań było określenie aktywności przeciwutleniającej ekstraktów z kopru, podbiału, rozmarynu, skrzypu, szałwii i tymianku dodawanych do lipidów wyekstrahowanych ze świeżej i przechowywanej w warunkach zamrażalniczych tkanki mięśni piersiowych kurcząt i indyków. Okres zamrażalniczego przechowywania tkanki wynosił 6 miesięcy, a temperatura -25°C . Aktywność przeciwutleniającą ekstraktów roślinnych w stosunku do lipidów określano na podstawie zmian kolorymetrycznych prób w czasie ogrzewania od 10 do 60 min w temp. 50°C . Stwierdzono, że najlepsze właściwości ochronne wobec lipidów wyekstrahowanych ze świeżej tkanki mięśni piersiowych kurcząt wykazały ekstrakty kopru i podbiału, a w przypadku lipidów pochodzących z mięśni indyków były to ekstrakty z: podbiału, rozmarynu i skrzypu. Aktywność przeciwutleniająca analizowanych ekstraktów roślinnych dodawanych do lipidów pozyskanych z tkanki mięśni piersiowych kurcząt i indyków po jej zamrażalniczym przechowywaniu uległa osłabieniu. W tym przypadku właściwości przeciwutleniające w stosunku do lipidów wyekstrahowanych z tkanki mięśniowej indyków zachowały tylko ekstrakty kopru, rozmarynu i tymianku, a kurcząt - żaden z analizowanych ekstraktów.

Uzyskane wyniki dowodzą, że przeciwutleniacze zastosowane do ochrony lipidów pozyskanych z mięśni piersiowych drobiu, po wcześniejszym zamrażalniczym przechowywaniu tkanki, cechują się obniżoną aktywnością przeciwutleniającą.

Słowa kluczowe: ekstrakty roślinne, aktywność przeciwutleniająca, zamrażalnicze przechowywanie, kurczęta, indyki

Wprowadzenie

Spośród elementów mięsa drobiowego najbardziej cenione są mięśnie piersiowe kurcząt i indyków, ze względu na dużą zawartość białka, niewielką tłuszczu i cholesterolu oraz małą zawartość tkanki łącznej [7]. W związku z częstym stosowaniem chłod-

niczego i zamrażalniczego przechowywania mięśni piersiowych drobiu ważne jest zabezpieczenie tkanki mięśniowej przed wpływem niekorzystnych zmian zachodzących zarówno w trakcie składowania, jak i późniejszej obróbki. Jednym z ważniejszych założeń jest ochrona lipidów przed utlenianiem.

Stosowanie syntetycznych przeciwutleniaczy do żywności w wielu krajach jest ograniczane nie tylko przepisami prawnymi, ale często również wskutek braku ich akceptacji przez konsumentów. Coraz częściej stosuje się przeciwutleniacze naturalne [3, 4, 19], a w ich obrębie ekstrakty roślinne [2, 11] zawierające tokoferole, kwas askorbinowy, karotenoidy, flawonoidy, związki fenolowe i wiele innych o charakterze przeciwutleniającym [2, 17].

Bergman i wsp. [2], analizując skład chemiczny wodnego ekstraktu szpinaku, wykazali, że zawiera on związki o charakterze przeciwutleniającym, a wśród nich flawonoidy. Podobnie Ting Sun i Ho [17], stosując rozpuszczalniki polarne, uzyskali ekstrakty z gryki o wysokiej zawartości katechin.

Skrzyp (*Equisetum arvense* L.) jest powszechnie znany ze swoich właściwości leczniczych, ponadto jest bogatym źródłem wit. C i E oraz miedzi i cynku, a jego ekstrakty metanolowe i wodne wykazują, również właściwości przeciwutleniające [11]. Metanolowy ekstrakt czosnku stosowany do ogrzewanego oleju słonecznikowego w temp. 185°C w czasie od 0–80 min. w trzech różnych koncentracjach 250, 500 i 1000 ppm wykazywał bardzo silne właściwości przeciwutleniające, a w najwyższej koncentracji porównywalne z BHA (butylohydroksyanizol) [6]. Podobne właściwości wykazał dodatek 2500 ppm ekstraktu rozmarynu do schładzanych i zamrażalniczo przechowywanych kiełbasek wieprzowych [15].

Mięso drobiowe odgrywa istotną rolę w żywieniu człowieka, a stosowane powszechnie metody zamrażalniczego zabezpieczania obniżają jakość tego surowca.

W związku z powyższym zdecydowano o podjęciu badań, których celem było określenie właściwości przeciwutleniających ekstraktów kopru, podbiału, rozmarynu, skrzypu, szałwii i tymianku, zawierających jedynie związki rozpuszczalne w wodzie, zastosowanych do ochrony lipidów pozyskanych ze świeżej i przechowywanej zamrażalniczo tkanki mięśni piersiowych kurcząt i indyków.

Material i metody badań

Material do badań stanowiła tkanka mięśni piersiowych kurcząt rasy Flex zakupiona w Spółdzielczej Agrofirmie Witkowo i indyków rzeźnych zakupiona w firmie „Ind-Broj” ze Starej Dąbrowy, dostarczona do badań w postaci świeżej schłodzonej lodem. Mięso podzielono na porcje i opakowano w folię polietylenową, zamrożono i przechowywano w temp. -25°C.

W doświadczeniu badano właściwości przeciwutleniające następujących surowców roślinnych: suszone owoce kopru włoskiego (*fructus Foeniculi*), liście podbiału

(*folium Farfarae*), liście rozmarynu (*Rosmarini folium*), ziele skrzypu (*herba Equiseti*), liście szalwii (*folium Salviae*), ziele tymianku (*Herba Thymi*) – pochodzące z Zakładu Zielarskiego „Kawon” w Gostyniu. W badaniach stosowano ekstrakty z ww. surowców roślinnych przygotowywane w następujący sposób: surowce roślinne mielono w młynku elektrycznym, odważano próbki o masie po 2 g, dodawano po 30 cm³ wody destylowanej i mieszano w ciągu 1 godz. mieszadłem o 300 obr./min, w temp. około 20°C. Ekstrakty sączone przez miękki sączonek i oznaczano suchą masę w celu zastosowania takiego samego 1,5% stężenia.

Mięśnie tkanki piersiowej rozdrabniano w elektrycznej maszynce do mielenia mięsa z wykorzystaniem siatki o średnicy oczek 3 mm i przeznaczano do ekstrakcji lipidów. Lipidy z tkanki mięśniowej ekstrahowano mieszaniną chloroformu i metanolu w stosunku 2:1 [8].

W pierwszej części badań analizowano wpływ dodatku ekstraktów roślinnych na hamowanie utleniania lipidów wyekstrahowanych ze świeżej, niemrożonej tkanki mięśniowej piersi kurcząt i indyków. W drugiej, wyekstrahowanych z tkanki przechowywanej zamrażalniczo. Mięso pobierano po 4, 8, 12, 16, 20 i 24 tygodniach zamrażalniczego składowania, rozmrażano w powietrzu o temperaturze 18 – 20°C w ciągu około 2 godz.

Aktywność przeciwutleniającą ekstraktów roślinnych dodawanych do lipidów wyekstrahowanych z tkanki mięśni piersiowych określano na podstawie zmian β -karotenu wg procedury: β -karoten (marki Fluka czystości $\geq 97\%$) (2 mg) rozpuszczano w 20 cm³ chloroformu. 3 cm³ tego roztworu przenoszono do kolby Elenmeyera na 150 cm³. Dodawano 0,04 g lipidów pozyskanych z tkanki mięśni piersiowych i 0,4 g Tweenu 80 (marki Loba Feinchemie AG). Mieszano i odparowywano chloroform pod zmniejszonym ciśnieniem w temperaturze 40°C. Po odparowaniu chloroformu dodawano do kolby 80 cm³ wody destylowanej. Całość mieszano i pobierano po 3 cm³ emulsji do próbek. Następnie do próbek dodawano jeden z następujących ekstraktów roślinnych: podbiał w ilości 0,08 cm³, skrzyp (0,09 cm³), rozmaryn (0,1 cm³), tymianek (0,1 cm³), szalwia (0,12 cm³) lub koper (0,21 cm³) albo BHA (marki Fluka $\geq 98\%$ czystości) w ilości 1/100% masy emulsji. Następnie próby inkubowano w temp. 50°C w ciągu 10, 20, 40 i 60 min. Stopień degradacji β -karotenu określano kolorymetrycznie przy długości fali 463 nm w spektrofotometrze Specord UV/WIS. Próbę kontrolną stanowiły te same składniki bez dodatku ekstraktu roślinnego i BHA. Próbę zerową stanowiły te same składniki, a zamiast lipidów dodawano wodę destylowaną (3 cm³).

Zawartość tłuszczu w tkance oznaczano metodą wagową po oddestylowaniu rozpuszczalnika, a następnie wysuszeniu próbki w temp. 80°C, w ciągu 1 godz.

Aktywność przeciwutleniającą (AA) zastosowanych dodatków o bliczano ze wzoru:

$$AA = (SD_K - SD_A) \cdot 100 \cdot SD_K^{-1} \quad [\%]$$

gdzie:

SD_K – stopień degradacji β -karotenu w próbie kontrolnej,

SD_A – stopień degradacji β -karotenu w próbie z dodatkiem antyoksydanta.

Analizę kwasów tłuszczowych wykonywano metodą chromatografii gazowej po uprzednim nastrzyku kwasów tłuszczowych z zastosowaniem BF_3 . Rozdział kwasów tłuszczowych wykonywano przy użyciu chromatografu PU 4550 Philips w następujących warunkach: kolumna szklana długości 2,1 m i średnicy wewnętrznej 4 mm; wypełnienie: GP3% SP-2310/2% SP-2300 na chromosorbie WAW 100/110 mesh (SUPELCO); detektor FID, temp. 250°C; temp. dozownika 250°C; temp. kolumny: początkowa 120°C przez 2 min, narost 12°/min, końcowa 225° przez 10 min; przepływ gazu nośnego (argon) 40 cm³/min; nastrzyk około 1 μ l.

Skład poszczególnych kwasów tłuszczowych obliczano następująco:

$$\text{Zawartość kwasu} = A_x \cdot 100 \cdot \Sigma A^{-1} \quad [\%]$$

gdzie:

A_x - powierzchnia pików poszczególnego estru,

ΣA – suma powierzchni pików wszystkich estrów.

Wyniki badań są średnią arytmetyczną z trzech równoległych oznaczeń. W celu określenia zmienności wyników obliczano odchylenie standardowe stosując program „Statistica v 6.0”

Wyniki i dyskusja

Zawartość kwasów tłuszczowych w tkance mięśniowej drobiu może ulegać zmianom w zależności od jego gatunku, wieku i żywienia [13], dlatego określono jakościowo i ilościowo skład chemiczny analizowanych lipidów.

Pobrana do badań tkanka mięśni piersiowych kurcząt i indyków zawierała odpowiednio 1,7 i 1,0% lipidów. Analiza składu kwasów tłuszczowych lipidów z tkanki mięśniowej kurcząt wykazała, że zawierały one kwasy długołańcuchowe od C14:0 do C20:4, a indyków od C14:0 do C22:6. Procentowa zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w lipidach obu gatunków drobiu była porównywalna, natomiast w lipidach tkanki mięśni piersiowych kurcząt dominowały kwasy monoenoowe (47,00%), a wśród nich kwas oleinowy (C18:1 – 41,34% wszystkich kwasów), którego zawartość była dużo większa niż w lipidach tkanki mięśniowej indyków (27,24% wszystkich kwasów). W lipidach indyków stwierdzono natomiast większą zawartość kwasów polienowych (28,15%) niż w tkance mięśniowej kurcząt (20,32%), a suma kwasów C20:5, C22:5, C22:6 w lipidach indyków wynosiła 1,22% wszystkich kwasów.

W próbach kontrolnych, podczas ogrzewania, wolniej zachodziło utlenianie lipidów pozyskanych z tkanki mięśni piersiowych indyków niż kurcząt. Dodatek ekstrak-

tów roślinnych do lipidów uzyskanych ze świeżej tkanki mięśniowej, poddanych następnie ogrzewaniu, wykazał dość zróżnicowany poziom aktywność przeciwutleniającej tych ekstraktów (tab. 1). Ekstrakt podbiału całkowicie hamował zmiany oksydacyjne lipidów z mięśni piersiowych obu gatunków drobiu w trakcie całego okresu inkubacji. Podobne właściwości wykazał BHA. Ekstrakty rozmarynu i skrzypu wykazały 100% skuteczność ochronną w stosunku do lipidów z tkanki mięśni piersiowych indyków, a ekstrakt kopru – lipidów kurcząt (tab. 1). Aktywność przeciwutleniająca pozostałych ekstraktów malała wraz z wydłużeniem czasu ogrzewania, a uśredniona jej wartość została przedstawiona w tab. 1.

Tabela 1

Wyniki aktywności przeciwutleniającej lipidów, wyekstrahowanych z niemrożonej tkanki mięśni piersiowych kurcząt i indyków, poddanych ogrzewaniu po zastosowaniu dodatku ekstraktów roślinnych (wartości średnie obliczone z wyników uzyskanych po wszystkich etapach ogrzewania).

The results of antioxidant activity of lipids extracted from non-frozen chicken and turkey breast muscle heated after addition of plant extracts (average mean of the values obtained from all heating regimes).

Materiał badawczy Investigative material	Aktywność przeciwutleniająca / Antioxidant activity [%]							
	Próba kontrolna Control sample	Dodatki / Additives						
		Przeciwutleniacz Antioxidant	Wodne ekstrakty / Aqueous extracts					
			BHA	Koper Fennel	Podbiał Coltsfoot	Rozmaryn Rosemary	Skrzyp Horsetail	Szałwia Sage
Lipidy mięśni piersiowych kurcząt Chicken breast muscle lipids	82,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	70,19 ± 0,02	54,73 ± 0,00	83,59 ± 0,00	88,62 ± 0,06
Lipidy mięśni piersiowych indyków Turkey breast muscle lipids	85,34 ± 0,00	100,00 ± 0,00	52,42 ± 0,00	100,00 ± 0,05	100,00 ± 0,01	100,00 ± 0,01	60,69 ± 0,01	92,11 ± 0,00

± odchylenie standardowe / ± standard deviation

Po dodaniu ekstraktów roślinnych do lipidów wyekstrahowanych z zamrażalniczo przechowywanej tkanki mięśni piersiowych obserwowano wahania aktywności przeciwutleniającej – z tendencją do jej zmniejszania – tych ekstraktów wraz z wydłużeniem okresu przechowywania tkanki (rys. 1). Już po pierwszym miesiącu przechowywania tkanki mięśniowej drobiu żaden z ekstraktów roślinnych nie wykazywał 100-

procentowej aktywności przeciwutleniającej. Najlepszymi właściwościami ochronnymi charakteryzował się ekstrakt rozmarynu, zastosowany do lipidów wyekstrahowanych zarówno po pierwszym miesiącu, jak i w całym okresie przechowywania mięśni piersiowych drobiu obu gatunków (rys. 1). W stosunku do lipidów pochodzących z mięśni piersiowych indyków aktywność ochronna ekstraktu rozmarynu przez pierwsze trzy miesiące utrzymywała się na poziomie około 99%, w przypadku kurcząt przez cały okres przechowywania wynosiła około 70%, ze wzrostem po czwartym miesiącu do 86,8%. Biorąc pod uwagę wszystkie zakresy czasowe ogrzewania lipidów oraz uwzględniając cały okres zamrażalniczego przechowywania tkanki mięśni piersiowych drobiu, właściwości ochronne zachowały tylko ekstrakty rozmarynu, tymianku i kopru w stosunku do lipidów tkanki mięśni piersiowych indyków, natomiast w stosunku do lipidów tkanki mięśni piersiowych kurcząt żaden z zastosowanych ekstraktów wodnych nie wykazał właściwości przeciwutleniających (tab. 2).

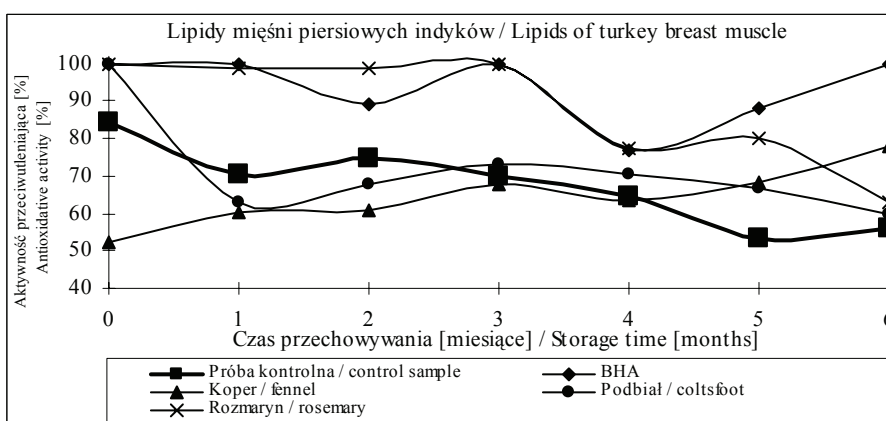
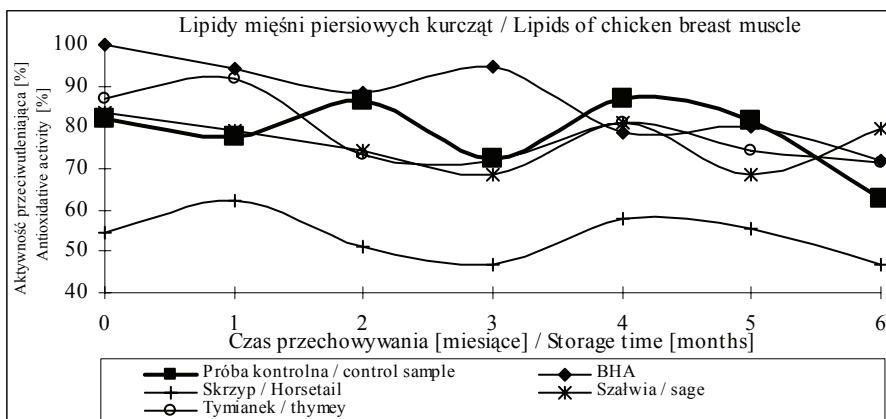
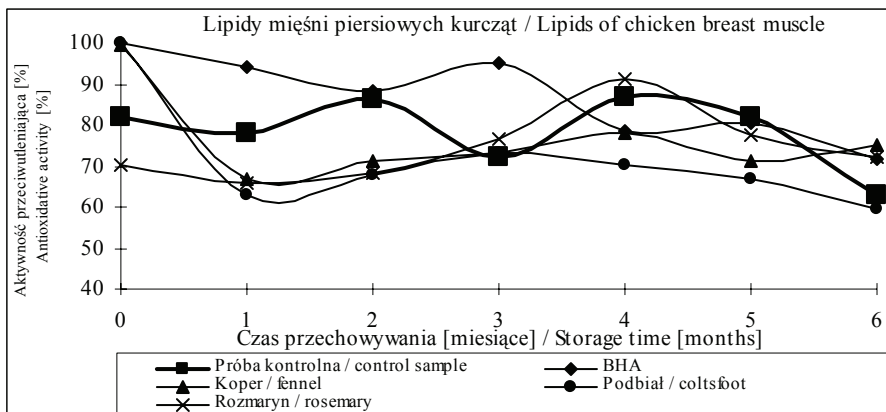
Tabela 2

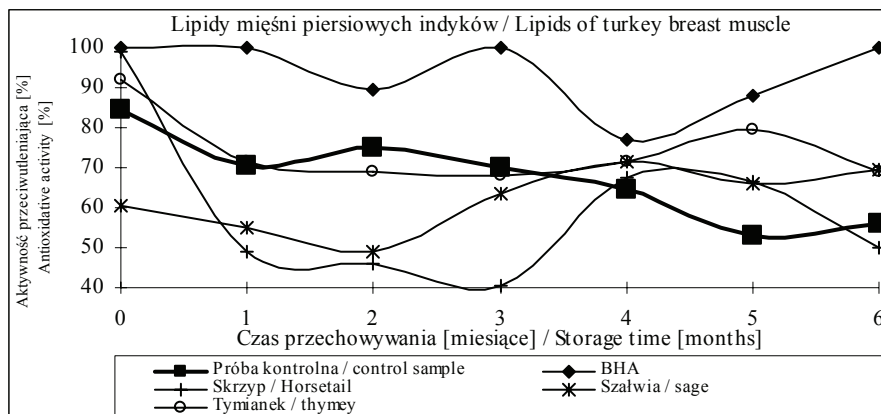
Wyniki aktywności przeciwutleniającej lipidów, wyekstrahowanych z zamrażalniczo przechowywanej tkanki mięśni piersiowych kurcząt i indyków, poddanych ogrzewaniu po zastosowaniu dodatku ekstraktów roślinnych (wartości średnie obliczone z wyników uzyskanych po wszystkich etapach ogrzewania i okresach zamrażalniczego przechowywania).

The results of antioxidant activity of lipids extracted from frozen storage of breast muscle of chicken and turkey heated after addition of plant extracts (average mean of the values obtained from analysed time-periods of heating and storage).

Materiał badawczy Investigative material	Aktywność przeciwutleniająca / antioxidant activity [%]							
	Próba kontrolna Control sample	Dodatki / Additives						
		Przeciwutleniacz Antioxidant	Wodne ekstrakty / Aqueous extracts					
			BHA	Koper Fennel	Podbiał Coltsfoot	Rozmaryn Rosemary	Skrzyp Horsetail	Szałwia Sage
Lipidy mięśni piersiowych kurcząt Chicken breast muscle lipids	78,02 ± 0,00	84,67 ± 0,00	72,48 ± 0,01	66,78 ± 0,01	75,17 ± 0,01	53,39 ± 0,00	75,17 ± 0,01	77,28 ± 0,01
Lipidy mięśni piersiowych indyków Turkey breast muscle lipids	64,86 ± 0,00	92,35 ± 0,00	66,49 ± 0,01	57,69 ± 0,01	86,32 ± 0,00	53,20 ± 0,00	62,43 ± 0,00	71,48 ± 0,00

± odchylenie standardowe / ± standard deviation





Rys. 1. Zmiany oksydacyjne w lipidach wyekstrahowanych z zamrażalniczo przechowywanej tkanki mięśni piersiowych kurcząt i indyków i dodatkiem ekstraktów roślinnych w czasie ogrzewania w temp. 50°C.

Fig. 1. Oxidative changes in lipids extracted from frozen storage of chicken and turkey breast muscle with addition of plant extracts during heating in 50°C.

Uzyskane wyniki korespondują z wcześniejszymi badaniami Szczepanika [18], w których stwierdzono skuteczność przeciwutleniającą wodnego ekstraktu rozmarynu w lipidach ryb bałtyckich, a w szczególności w lipidach z tkanki mięśniowej śledzi. Także inne badania przeprowadzone w układzie modelowym [12, 16] wskazują, że niektóre związki zawarte w ziołach (olejki eteryczne, garbniki, żywice, kwasy organiczne, saponiny, fenole, witaminy) w czasie ogrzewania mogą ulegać aktywacji inhibując procesy utleniania. Inatani i wsp. [5] wyizolowali z rozmarynu epirosmanol i isorosmanol wykazujące właściwości przeciwutleniające, a Miura i Nakatani [9, 10] stwierdzili obecność w tymianku 11 frakcji bifenyli i 6 flawonoidów, z których co najmniej dwie spośród każdego rodzaju związków charakteryzowały się aktywnością przeciwutleniającą zbliżoną do BHT (butylohydroksytoluen). Na podstawie wyników własnych można stwierdzić, że po sześciomiesięcznym okresie zamrażalniczego przechowywania tkanki mięśni piersiowych kurcząt i indyków w temperaturze -25°C nastąpiło osłabienie przeciwutleniającego działania zastosowanych ekstraktów i BHA dodawanych do wyekstrahowanych z wymienionych tkanek lipidów poddanych ogrzewaniu (tab. 3). Wynika to z zachodzących procesów oksydacyjnych w mięsie drobiu w czasie przechowywania. Pikul [14] stwierdził zwiększenie zawartości produktów utleniania w wyrobach typu klops z mięsa kurcząt po 2, 4 i 6 dniach chłodniczego przechowywania w temperaturze 4-6°C, a następnie poddawanych obróbce cieplnej.

W przeprowadzonych badaniach większość zastosowanych wodnych ekstraktów roślinnych po pierwszych miesiącach zamrażalniczego przechowywania surowców, w trakcie ogrzewania pozyskanych z nich lipidów, wykazało właściwości przeciwutleniające zbliżone do BHA. Ekstrakty rozmarynu, tymianku i kopru nawet po sześciomiesięcznym zamrażalniczym składowaniu tkanki mięśni piersiowych indyków zachowały właściwości przeciwutleniające wobec lipidów wyekstrahowanych z tej tkanki.

Wnioski

1. Ekstrakty roślinne zastosowane do lipidów pozyskanych ze świeżej tkanki mięśni piersiowych kurcząt i indyków hamowały utlenianie lipidów w czasie ogrzewania.
2. Ekstrakty roślinne wykazywały większą aktywność przeciwutleniającą w stosunku do lipidów pozyskanych z tkanki mięśni piersiowych indyków niż kurcząt.
3. Zamrażalnicze przechowywanie tkanki mięśni piersiowych drobiu oraz wydłużenie czasu jej składowania spowodowały, że lipidy wyekstrahowane z tych surowców ulegały szybszemu utlenianiu podczas ogrzewania niż lipidy świeżej tkanki, zarówno w próbach kontrolnych, jak i z dodatkiem ekstraktów roślinnych lub BHA.
4. Po 6-miesięcznym okresie zamrażalniczego składowania tkanki mięśni piersiowych indyków i ogrzewaniu wyekstrahowanych z nich lipidów z dodatkiem ekstraktów roślinnych, jedynie ekstrakty rozmarynu, tymianku i kopru wykazywały właściwości przeciwutleniające.

Praca była prezentowana podczas XXXVII Ogólnopolskiej Sesji Komitetu Nauk o Żywności PAN, Gdynia, 26–27.IX.2006.

Literatura

- [1] Al-Saikhan M. S., Howard L. R., Miller J. C. JR.: Antioxidative activity and total phenolics in different genotypes of potato (*Solanum tuberosum* L.), J. Food Sci., 1995, **60** (2), 341-343.
- [2] Bergman M., Varshevsky L., Gottlieb H.E., Grossman S.: The antioxidant activity of aqueous spinach extract: chemical identification of active fractions. Phytochem., 2001, **58**, 143-152.
- [3] Bragagnolo N., Danielsen B., Skibsted L.H.: Rosemary as antioxidant in pressure processed chicken during subsequent cooking as evaluated by electron spin resonance spectroscopy. Inn. Food Sci. Emerging Technol. 2007, **8**, 24-29.
- [4] Hwang J.Y., Shue Y.S., Chang H.M.: Antioxidative activity of roasted and defatted peanut kernels. Food Res. Int., 2001, **34** (7), 639-647.
- [5] Inatani R., Nakatani N., Fuwa H., Seto H.: Structure of a new antioxidative phenolic diterpene isolated from rosemary. Agric. Biol. Chem., 1982, **46** (6), 1661-1666.
- [6] Iqbal S., Bhangar M.I.: Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. Food Chem., 2007, **100**, 246-254.
- [7] Kułagowska A., Krala L.: Stabilność przechowalnicza mrożonych wędlin drobiowych. Chłodnictwo, 2001, **36** (12), 44-47.
- [8] Linko R.R.: Fatty acids and other components of Baltic herring fresh lipids, Anu. Univ. Turku Sen. A., 1967, **101**, 7-121.

- [9] Miura K., Nakatani N.: Antioxidative activity of biphenyl compounds from thyme (*Thymus vulgaris* L.). Chemistry Express, 1989, **4**, 237-240.
- [10] Miura K., Nakatani N.: Antioxidative activity of flavonoids from thyme (*Thymus vulgaris* L.). Agric. Biol. Chem., 1989, **53 (11)**, 3043-3045.
- [11] Nagai T., Myoda T., Nagashima T.: Antioxidative activities of extract and ethanol extract from filed horsetail (*tsukushi*) *Equisetum arvense* L. Food Chem., 2005, **91**, 389-394.
- [12] Nakatani N., Inatani R.: Two antioxidative diterpenes from rosemary and revised structure for rosmanol. Agric. Biol. Chem., 1984, **48 (8)**, 2081-2085.
- [13] Pikul J.: Lipidy mięsa drobiu. Gosp. Mięś., 1996, **48 (7)**, 28-34.
- [14] Pikul J.: Utlenianie lipidów w wyrobach z rozdrobnionego mięsa drobiowego ogrzewanych różnymi metodami i przechowywanych w warunkach chłodniczych. Chłodnictwo, 1999, **34 (9)**, 76-80.
- [15] Sebranek J.G., Sewalt V.J.H., Robbins K.L., Houser T.A.: Comparison of a natural rosemary extracts and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. Meat Sci., 2005, **69**, 289-296.
- [16] Stiock S.M., Gray J.J., Booren A.M., Buckley D.J.: Oxidative stability of restructured beef steaks processed with oleoresin rosemary, tertiary butylhydroquinone, and sodium tripolyphosphate. J. Food Sci., 1991, **56**, 597-600.
- [17] Sun Ting., Ho Chi-Tang.: Antioxidant activities of buckwheat extracts. Food Chem., 2005, **90**, 743-749.
- [18] Szczepanik G.: The effect of the composition of fatty acids of baltic fishies and frozen storage process on the antioxidant activity of aqueous extracts of rosemary and sage, as well as BHA and Endox. Acta Ichthyol. Piscat., 2003, **33 (1)**, 57-74.
- [19] Tang S., Kerry J.P., Sheehan D., Buckley D.J., Morrissey P.A.: Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. Food Res. Int., 2001, **34 (8)**, 651-657.

THE INFLUENCE OF EXTRACTS OF FENNEL, COLTSFOOT, ROSEMARY, HORSETAIL, SAGE AND THYME ON OXIDATION INHIBITION OF LIPIDS EXTRACTED FROM BREAST TISSUE OF CHICKENS AND TURKEYS

S u m m a r y

The aim of this study was to determine antioxidant activity of extracts of fennel, coltsfoot, rosemary, horsetail, sage and thyme added to lipids extracted from fresh and frozen chicken and turkey breast muscle. The muscles were stored at -25°C for 6 months. Antioxidant activity of plant extracts in relation to lipids was determined on the basis of colorimetric changes of samples during heating from 10 to 60 minutes in 50°C . It was stated that among analyzed plant extracts the best antioxidant protective properties for lipids extracted from fresh breast muscle had extracts of fennel and coltsfoot for chicken and coltsfoot, rosemary and horsetail for turkey. Antioxidant activity of analyzed plant extracts added to lipids obtained from chicken and turkey breast muscle tissue after their frozen storage was decreased. Antioxidant properties with relation to lipids extracted from turkey muscle were preserved only by extracts of fennel, rosemary and thyme, and extracted from chicken muscle – by none of them.

Obtained results show that used antioxidants for lipids obtained from frozen storied poultry breast muscle are characterized by decrease of their antioxidant activity.

Key words: plant extracts, antioxidant activity, frozen storage, chicken, turkey ☒

SZYMON BRUŻEWICZ, ADAM MALICKI

STAN MIKROBIOLOGICZNY WYBRANYCH PRZYPRAW I PRZEŻYwalność W NICH DROBNOUSTROJÓW

Streszczenie

Celem pracy było określenie stanu mikrobiologicznego dostępnych na rynku przypraw oraz ocena przeżywalności obecnych w nich drobnoustrojów w trakcie półrocznego przechowywania prób. Badaniem objęto 380 próbek przypraw dostępnych na rynku krajowym: pieprz mielony, czosnek w proszku, cebula w proszku, kolendra, pietruszka suszona, papryka w proszku, pomidory w proszku, kurkuma, bazylija, gałka muskatołowa. Przyprawy przechowywano przez 6 miesięcy w temperaturze 20°C. Przed rozpoczęciem składowania, oraz w kolejnych 2-miesięcznych odstępach, wykonywano oznaczenia mikrobiologiczne: ogólną liczbę bakterii tlenowych, liczbę bakterii z grupy *coli* oraz pleśni i drożdży, obecność *Escherichia coli*, pałeczek *Salmonella* i gronkowców koagulazo-dodatnich.

Przed rozpoczęciem przechowywania ogólna liczba bakterii tlenowych w badanym materiale zawierała się w zakresie od 1,30 do 3,91 log jtk×g⁻¹. Większe zanieczyszczenie dotyczyło przypraw poddanych większej liczbie operacji technologicznych. W takich przyprawach częściej stwierdzano też zanieczyszczenie bakteriami z grupy *coli*. Na podstawie zmian liczby drobnoustrojów, zachodzących w czasie przechowywania, wśród przypraw wyróżniono produkty, których poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego: 1) pozostawał niezmienny (pieprz, gałka muskatołowa, bazylija), 2) ulegał obniżeniu (czosnek, cebula, kolendra, pietruszka, papryka, kurkuma) lub 3) wzrastał (pomidor). Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że stan mikrobiologiczny badanych przypraw, choć dobry, był wyraźnie zróżnicowany w zależności od sortymentu. Sortyment wpływał również na dynamikę przemian ilościowych mikroflory zachodzących a w trakcie przechowywania przypraw.

Słowa kluczowe: przyprawy, zanieczyszczenia mikrobiologiczne, przechowywanie

Wprowadzenie

Surowce roślinne wykorzystywane do produkcji większości dostępnych na rynku przypraw zawierają naturalne substancje przeciwbakteryjne. Występowanie tego typu związków opisano m.in. w odniesieniu do czosnku, cebuli, pietruszki, kolendry, papryki, kurkumy i gałki muskatołowej [2, 5, 7-9, 11, 12, 17, 18, 27]. Jednym ze sposobów

Dr n. med. Sz. Brużewicz, Szkoła Wyższa Psychologii Społecznej, ul. Chodakowska 19/31, 03-815 Warszawa, dr hab. A. Malicki, Katedra Higieny Żywności i Ochrony Zdrowia Konsumenta, Uniwersytet Przyrodniczy, ul. C.K. Norwida 31, 50-375 Wrocław

utrwalania żywności jest izolacja tych składników i ich wykorzystanie jako naturalnych konserwantów [4].

Niewiele wiadomo na temat wpływu, jaki naturalne czynniki antybakteryjne wywierają na jakość i trwałość mikrobiologiczną samych przypraw. Dane literaturowe wskazują, że stan mikrobiologiczny przypraw jest zróżnicowany i zależy od wielu czynników. Wykazano, że poziom zanieczyszczenia często jest wysoki, co stanowi zagrożenie dla zdrowia konsumenta [1, 3, 8, 13, 16]. Potwierdziły to również badania prowadzone w kraju, których wyniki wskazują na częste przekroczenia dopuszczalnych norm zanieczyszczenia mikrobiologicznego przypraw [10, 15, 25, 26].

Celem niniejszej pracy było określenie stanu mikrobiologicznego dostępnych na rynku przypraw oraz ocena przeżywalności obecnych w nich drobnoustrojów w trakcie półrocznego przechowywania.

Materiał i metody badań

Badaniem objęto 380 próbek przypraw dostępnych na rynku krajowym: pieprz mielony (n = 40), czosnek w proszku (n = 40), cebula w proszku (n = 40), kolendra (n = 40), pietruszka suszona (n = 40), papryka w proszku (n = 40), pomidory w proszku (n = 40), kurkuma (n = 35), bazylia, (n = 35), gałka muskatołowa (n = 30). Przyprawy przechowywano przez 6 miesięcy w temp. 20°C.

Przed rozpoczęciem składowania (próby odniesienia) oraz w kolejnych 2-miesięcznych odstępach wykonywano oznaczenia mikrobiologiczne: ogólną liczbę bakterii tlenowych, liczbę bakterii z grupy *coli* oraz pleśni i drożdży, obecność *Escherichia coli*, pałeczek *Salmonella* i gronkowców koagulazo-dodatnich. Wszystkie oznaczenia wykonywano zgodnie z normami [19-24].

Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono za pomocą programu Statistica 6.0 (StatSoft®). W przypadku każdego parametru mikrobiologicznego obliczono podstawowe charakterystyki statystyczne: wartość średnią, odchylenie standardowe i zakres zmienności. Wartości średnie oznaczeń, różnicowane czasem przechowywania, porównywano za pomocą testu *t* Studenta na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wyjściowy stan mikrobiologiczny badanych przypraw (próby odniesienia) oraz zmiany zachodzące w składzie mikroflory w trakcie przechowywania przedstawiono w tab. 1-10.

Przeprowadzona analiza wykazała, że przez cały czas trwania doświadczenia poziom zanieczyszczenia zarówno mikroflorą tlenową, jak i grzybami saprofitycznymi zawierał się w dopuszczalnych granicach, wynoszących odpowiednio 10^5 jtk \times g $^{-1}$ i 10^3 jtk \times g $^{-1}$ [25]. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono obecności drobnoustrojów

chorobotwórczych: pałeczek *Escherichia coli* i *Salmonella* oraz gronkowców koagulazododatnich.

Tabela 1

Parametry mikrobiologiczne pieprzu mielonego przechowywanego przez 6 miesięcy w temp. 20°C.
Microbiological parameters of powdered pepper stored at 20°C for 6 months.

Czas [miesiące] Time [months]	Ogólna liczba bakterii Total plate count		Bakterie z grupy <i>coli</i> Coliforms		Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
RS	1,65	0,07	-	-	1,66	0,41
2	1,64	0,10	-	-	1,70	0,50
4	1,66	0,12	-	-	1,63	0,32
6	1,62	0,09	-	-	1,65	0,77

Objaśnienia: / Explanatory notes:

- nie stwierdzono obecności mikroorganizmu / microorganism presence not detected; RS – próba odniesienia / reference sample; \bar{X} - wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation; przy $p \leq 0,05$ brak statystycznie istotnych różnic / statistically insignificant differences by $p \leq 0,05$.

Tabela 2

Parametry mikrobiologiczne gałki muszkatołowej przechowywanej przez 6 miesięcy w temp. 20°C.
Microbiological parameters of nutmeg stored at 20°C for 6 months.

Czas [miesiące] Time [months]	Ogólna liczba bakterii Total plate count		Bakterie z grupy <i>coli</i> Coliforms		Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
RS	3,12	0,65	-	-	-	-
2	3,10	0,70	-	-	-	-
4	3,11	0,51	-	-	-	-
6	3,13	0,63	-	-	-	-

Objaśnienia jak w tab. 1 / Explanatory notes as in Tab. 1.

Zestawienie uzyskanych wyników z rezultatami innych badań wskazuje na znaczne zróżnicowanie stopnia zanieczyszczenia przypraw: pieprzu czarnego, bazylii, kolendry i pietruszki. Ilustrują to dane przedstawione w tab. 11.

Tabela 3

Parametry mikrobiologiczne bazylii przechowywanej przez 6 miesięcy w temp. 20°C.

Microbiological parameters of basil stored at 20°C for 6 months.

Czas [miesiące] Time [months]	Ogólna liczba bakterii Total plate count		Bakterie z grupy <i>coli</i> Coliforms		Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
RS	1,58	0,21	-	-	-	-
2	1,54	0,15	-	-	-	-
4	1,58	0,16	-	-	-	-
6	1,59	0,22	-	-	-	-

Objaśnienia jak w tab. 1 / Explanatory notes as in Tab. 1.

Tabela 4

Parametry mikrobiologiczne czosnku w proszku przechowywanego przez 6 miesięcy w temp. 20°C.

Microbiological parameters of powdered garlic stored at 20°C for 6 months.

Czas [miesiące] Time [months]	Ogólna liczba bakterii Total plate count		Bakterie z grupy <i>coli</i> Coliforms		Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
RS	2,34 ^a	0,68	1,68 ^a	0,20	1,50 ^a	0,14
2	2,14 ^b	0,63	1,51 ^b	0,31	1,59 ^b	0,11
4	1,98 ^c	0,54	1,42 ^c	0,21	1,60 ^b	0,10
6	1,76 ^d	0,59	1,33 ^d	0,27	1,61 ^b	0,18

\bar{X} - wartość średnia / mean value; RS – próba odniesienia / reference sample; SD – odchylenie standardowe / standard deviation; a, b, c, d – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się między sobą statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values indicated with various letters are significantly different by $p \leq 0,05$.

Tabela 5

Parametry mikrobiologiczne cebuli w proszku przechowywanej przez 6 miesięcy w temp. 20°C.

Microbiological parameters of powdered onion stored at 20°C for 6 months.

Czas [miesiące] Time [months]	Ogólna liczba bakterii Total plate count		Bakterie z grupy <i>coli</i> Coliforms		Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
RS	2,98 ^a	0,63	1,71 ^a	0,38	2,21 ^a	0,58
2	2,59 ^b	0,51	1,61 ^b	0,24	2,20 ^a	0,61
4	2,21 ^c	0,70	1,52 ^c	0,32	2,19 ^a	0,60
6	1,97 ^d	0,66	1,48 ^c	0,17	2,23 ^a	0,80

Objaśnienia jak w tab. 4 / Explanatory notes as in Tab. 4.

Tabela 6

Parametry mikrobiologiczne kolendry przechowywanej przez 6 miesięcy w temp. 20°C.

Microbiological parameters of coriander stored at 20°C for 6 months.

Czas [miesiące] Time [months]	Ogólna liczba bakterii Total plate count		Bakterie z grupy <i>coli</i> Coliforms		Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
RS	2,40 ^a	0,98	1,65 ^a	0,25	2,57 ^a	0,63
2	1,91 ^b	0,62	1,55 ^b	0,28	2,42 ^b	0,33
4	1,76 ^c	0,63	1,44 ^c	0,36	2,38 ^b	0,48
6	1,59 ^d	0,44	1,38 ^d	0,22	2,36 ^b	0,41

Objaśnienia jak w tab. 4 / Explanatory notes as in Tab. 4.

Tabela 7

Parametry mikrobiologiczne pietruszki suszonej przechowywanej przez 6 miesięcy w temp. 20°C.

Microbiological parameters of dried parsley stored at 20°C for 6 months.

Czas [miesiące] Time [months]	Ogólna liczba bakterii Total plate count		Bakterie z grupy <i>coli</i> Coliforms		Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
RS	2,74 ^a	0,85	1,46 ^a	0,15	1,49 ^a	0,12
2	2,52 ^b	0,54	1,39 ^b	0,12	1,48 ^a	0,18
4	2,46 ^c	0,71	1,30 ^c	0,54	1,49 ^a	0,20
6	2,37 ^d	0,68	1,26 ^c	0,67	1,48 ^a	0,21

Objaśnienia jak w tab. 4 / Explanatory notes as in Tab. 4.

Tabela 8

Parametry mikrobiologiczne papryki w proszku przechowywanej przez 6 miesięcy w temp. 20°C.

Microbiological parameters of powdered paprika stored at 20°C for 6 months.

Czas [miesiące] Time [months]	Ogólna liczba bakterii Total plate count		Bakterie z grupy <i>coli</i> Coliforms		Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
RS	1,99 ^a	0,75	1,85 ^a	0,03	1,79 ^a	0,61
2	1,93 ^b	0,65	1,42 ^b	0,10	1,62 ^b	0,33
4	1,83 ^c	0,69	1,39 ^b	0,12	1,53 ^c	0,21
6	1,77 ^d	0,60	1,30 ^c	0,09	1,46 ^d	0,12

Objaśnienia jak w tab. 4 / Explanatory notes as in Tab. 4.

Tabela 9

Parametry mikrobiologiczne kurkumy przechowywanej przez 6 miesięcy w temp. 20°C.
Microbiological parameters of turmeric stored at 20°C for 6 months.

Czas [miesiące] Time [months]	Ogólna liczba bakterii Total plate count		Bakterie z grupy <i>coli</i> Coliforms		Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
RS	1,65 ^a	0,07	-	-	1,45 ^a	0,21
2	1,49 ^b	0,20	-	-	1,39 ^b	0,12
4	1,48 ^b	0,27	-	-	1,34 ^c	0,09
6	1,43 ^c	0,06	-	-	1,36 ^c	0,15

Objaśnienia jak w tab. 4 / Explanatory notes as in Tab. 4.

Tabela 10

Parametry mikrobiologiczne pomidorów w proszku przechowywanych przez 6 miesięcy w temp. 20°C.
Microbiological parameters of powdered tomatoes stored at 20°C for 6 months.

Czas [miesiące] Time [months]	Ogólna liczba bakterii Total plate count		Bakterie z grupy <i>coli</i> Coliforms		Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	
	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD
RS	1,30 ^a	0,30	-	-	1,85 ^a	0,40
2	1,50 ^b	0,28	-	-	1,45 ^b	0,21
4	1,54 ^b	0,09	-	-	1,39 ^c	0,12
6	1,54 ^b	0,11	-	-	1,59 ^d	0,16

RS – próba odniesienia, SD – odchylenie standardowe, ^{a, b, c, d} – statystycznie istotne zmiany w trakcie przechowywania, $p \leq 0,05$

RS – reference sample, SD – standard deviation, ^{a, b, c, d} – statistically significant storage-related changes, $p \leq 0,05$

Na podstawie zmian liczby drobnoustrojów, zachodzących w czasie przechowywania, wśród przypraw wyróżniono produkty, których poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego: 1) pozostawał niezmienny (pieprz, gałka muskatołowa, bazylija), 2) ulegał zmniejszeniu (czosnek, cebula, kolendra, pietruszka, papryka, kurkuma) lub 3) wzrastał (pomidor).

Stwierdzone zróżnicowanie dynamiki rozwoju mikroflory w trakcie przechowywania przypraw wydaje się mieć złożoną etiologię. Po pierwsze, badany materiał wykazywał zróżnicowany poziom wyjściowego zanieczyszczenia mikrobiologicznego. Na stan mikrobiologiczny produktów spożywczych wpływa ich poziom pierwotnego i wtórnego zanieczyszczenia. Zanieczyszczenia pierwotne produktów i półproduktów

pochodzenia roślinnego stanowią drobnoustroje bytujące na roślinach w okresie wegetacji. Do zanieczyszczenia wtórnego dochodzi natomiast w trakcie zbioru, produkcji, magazynowania i dystrybucji gotowego wyrobu.

Tabela 11

Stan mikrobiologiczny wybranych badanych przypraw w odniesieniu do wyników innych badań.
Microbiological status of selected seasonings compared to the results of previous studies.

Asortyment Assortment	Ogólna liczba bakterii Total plate count	Pleśnie i drożdże Moulds and yeasts	Postać przyprawy Form of seasoning	Źródło Reference
Pieprz czarny Black pepper	1,62-1,65 log jtk × g ⁻¹	1,63-1,70 log jtk × g ⁻¹	mielony powdered	bad. własne own study
	5,67 log jtk × g ⁻¹	3,46 log jtk × g ⁻¹	całe ziarno whole seed	[25]
	4,00-7,00 log jtk × g ⁻¹	nie stwierdzono/not found		[1]
Bazylija Basil	1,54-1,59 log jtk × g ⁻¹	nie stwierdzono/not found	suszona roz- drobniona dried	bad. własne own study
	7,08 log jtk × g ⁻¹	5,57 log jtk × g ⁻¹	powdered	[25]
	5,00-6,00 log jtk × g ⁻¹	5,00-6,00 log jtk × g ⁻¹	świeża fresh	[1]
Kolendra Coriander	1,59-2,40 log jtk × g ⁻¹	2,36-2,57 log jtk × g ⁻¹	całe ziarno whole seed	bad. własne own study
	7,58 log jtk × g ⁻¹	5,15 log jtk × g ⁻¹		[25]
	7,58 log jtk × g ⁻¹	5,15 log jtk × g ⁻¹		[15]
Pietruszka Parsley	2,37-2,74 log jtk × g ⁻¹	1,48-1,49 log jtk × g ⁻¹	suszona roz- drobniona dried powdered	bad. własne own study
	7,00 log jtk × g ⁻¹	6,00-7,00 log jtk × g ⁻¹	świeża fresh	[1]

W badanym materiale zanieczyszczenia pierwotne decydowały prawdopodobnie o wysokim poziomie zanieczyszczenia mikroflorą tlenową prób odniesienia czosnku, cebuli i pietruszki, których części jadalne znajdują się w ziemi. Wyjątek od powyższej reguły stanowiła kurkuma, której częścią jadalną jest podziemne kłącze. Pomimo to, omawiana przyprawa wykazywała niski poziom zanieczyszczenia prób odniesienia. Jest to prawdopodobnie spowodowane technologią jej produkcji, polegającą na długotrwałym gotowaniu kłącza.

W niniejszych badaniach przyprawy, w stosunku do których zastosowano rozdrabnianie lub mielenie, cechowały się większym wyjściowym zanieczyszczeniem mikrobiologicznym. Częściej izolowano z nich również bakterie z grupy *coli*, będące

wskaźnikiem zanieczyszczenia antropogenego. W tym kontekście zwraca uwagę wysokie zanieczyszczenie prób odniesienia gałki muszkatolowej i kolendry, będących odpowiednio nierozdrobnionymi nasionami i owocami. W tym przypadku za uzyskany wynik odpowiadają prawdopodobnie nieodpowiednie warunki podczas zbioru i/lub pakowania oraz przechowywania.

Stan mikrobiologiczny przypraw, a także dynamika rozwoju zanieczyszczającej je mikroflory w trakcie przechowywania są również zależne od obecności naturalnych substancji antybakteryjnych. W trakcie przechowywania badanych przypraw najsilniejszą redukcję mikroflory stwierdzono w przypadku czosnku i cebuli. Antybakteryjne działanie zawartych w nich substancji jest znane od dawna [2, 7, 9, 11, 17, 27]. Także surowce wykorzystywane do produkcji pozostałych przypraw, w których poziom mikroflory zmniejszał się w trakcie przechowywania (pietruszka, kolendra, papryka i kurkuma) mają udokumentowane działanie antybakteryjne [5, 12, 14, 17, 18]. Natomiast poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego gałki muszkatolowej nie uległ w trakcie przechowywania istotnym zmianom, choć również zawiera ona silne składniki przeciwbakteryjne [7]. Prawdopodobnie wyjściowe zanieczyszczenie tej przyprawy było zbyt wysokie, by jej antybakteryjne składniki mogły ujawnić swoją aktywność. Wiadomo bowiem, że skuteczność naturalnych substancji przeciwbakteryjnych może ulegać istotnemu obniżeniu przy zbyt dużej liczbie drobnoustrojów [6].

Wnioski

1. Wszystkie badane przyprawy wykazywały dobrą, choć zróżnicowaną jakość mikrobiologiczną, odpowiadającą wymaganiom higienicznym dla tego typu produktów.
2. Zróżnicowanie stanu mikrobiologicznego uwarunkowane było rodzajem sortymentu oraz poziomem wyjściowego zanieczyszczenia przypraw.
3. Ze względu na zmiany liczby drobnoustrojów w czasie przechowywania, wśród przypraw wyróżniono produkty, których poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego: 1) pozostawał niezmienny (pieprz, gałka muszkatolowa, bazylia), 2) ulegał zmniejszeniu (czosnek, cebula, kolendra, pietruszka, papryka, kurkuma) lub 3) wzrastał (pomidor).

Praca była prezentowana podczas XXXVII Ogólnopolskiej Sesji Komitetu Nauk o Żywności PAN, Gdynia, 26–27.IX.2006.

Literatura

- [1] Andress E.L., Blackman I.C., D'Sa E.M., Harrison M.A.: Microbiota of fresh herbs and whole spices used in home food preservation and effectiveness of microbial intervention methods. IFT Annual Meeting Book of Abstracts, New Orleans (LA) 2001, p. 228.

- [2] Avato P., Tursil E., Vitali C., Miccolis V., Candido V.: Allylsulfide constituents of garlic volatile oil as antimicrobial agents. *Phytomedicine*, 2000, **7**, 239-243.
- [3] Beckmann G., Koszegi D., Sonnenschein B., Leimbeck R.: On the microbial status of herbs and spices. *Fleischwirtschaft*, 1996, **76**, 240-243.
- [4] Bruzewicz S., Malicki A., Oszmiański J., Jarosławska A., Jarmoluk A., Pawlas K.: Baicalin, added as the only preservative, improves the microbiological quality of homemade mayonnaise. *Pak. J. Nutr.*, 2006, **5**, 30-33.
- [5] Careaga M., Fernandez E., Dorantes L., Mota L., Jaramillo M.E., Hernandez-Sanchez H.: Antibacterial activity of *Capsicum* extract against *Salmonella typhimurium* and *Pseudomonas aeruginosa* inoculated in raw beef meat. *Int. J. Food Microbiol.*, 2003, **83**, 331-335.
- [6] Cushnie T.P., Hamilton V.E., Lamb A.J.: Assessment of the antibacterial activity of selected flavonoids and consideration of discrepancies between previous reports. *Microbiol. Res.*, 2003, **158**, 281-289.
- [7] De M., Krishna De A., Banerjee A.B.: Antimicrobial screening of some Indian spices. *Phytother. Res.*, 1999, **13**, 616-618.
- [8] Garcia S., Iracheta F., Galvan F., Heredia N.: Microbiological survey of retail herbs and spices from Mexican markets. *J. Food Prot.*, 2001, **64**, 99-103.
- [9] Gupta S., Ravishankar S.: A comparison of the antimicrobial activity of garlic, ginger, carrot, and turmeric pastes against *Escherichia coli* O157:H7 in laboratory buffer and ground beef. *Foodborne Pathog. Dis.*, 2005, **2**, 330-340.
- [10] Kędzia B.: Badania nad zanieczyszczeniem surowców zielarskich drobnoustrojami. Rozprawa habilitacyjna. Instytut Roślin i Przetworów Zielarskich, Poznań 1999.
- [11] Kim J.W., Kim Y.S., Kyung K.H.: Inhibitory activity of essential oils of garlic and onion against bacteria and yeasts. *J. Food Prot.*, 2004, **67**, 499-504.
- [12] Kim K.J., Yu H.H., Cha J.D., Seo S.J., Choi N.Y., You Y.O.: Antibacterial activity of *Curcuma longa* L. against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Phytother. Res.*, 2005, **19**, 599-604.
- [13] Kneifel W., Berger E.: Microbiological criteria of random samples of spices and herbs retailed on the Austrian Market. *J. Food Prot.*, 1994, **57**, 893-901.
- [14] Kubo I., Fujita K., Kubo A., Nihei K., Ogura T.: Antibacterial activity of coriander volatile compounds against *Salmonella choleraesuis*. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52**, 3329-3332.
- [15] Kulczak M., Remiszewski M., Korbas E., Jeżewska M., Czajkowska D.: Ocena jakości kolendry mielonej poddanej procesowi dekontaminacji z zastosowaniem pary wodnej i jej trwałość przechowalnicza. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **1 (46) Supl.**, 59-66.
- [16] McKee L.: Microbiological contamination of spices and herbs: A Review. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1995, **8**, 1-11.
- [17] O'Mahony R., Al-Khtheeri H., Weerasekera D., Fernando N., Vaira D., Holton J., Basset C.: Bactericidal and anti-adhesive properties of culinary and medicinal plants against *Helicobacter pylori*. *World J. Gastroenterol.*, 2005, **11**, 7499-7507
- [18] Ono H., Tesaki S., Tanabe S., Watanabe M.: 6-Methylsulfinylhexyl isothiocyanate and its homologues as food-originated compounds with antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 1998, **62**, 363-365.
- [19] PN-EN ISO 4833: 2003. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w 30°C.
- [20] PN-EN ISO 6579: 2003. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania *Salmonella* spp.
- [21] PN-EN ISO 6888-1: 2001. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby gronkowców koagulazo-dodatnich (*Staphylococcus aureus* i innych gatunków). Część 1: Metoda z zastosowaniem pożywki agarowej Baird-Parkera.

- [22] PN-ISO 4832: 1998. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania liczby bakterii z grupy *coli*. Metoda płytkowa.
- [23] PN-ISO 7251: 2002. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania liczby przypuszczalnych *Escherichia coli*. Metoda najbardziej prawdopodobnej liczby.
- [24] PN-ISO 7954: 1999. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania drożdży i pleśni. Metoda płytkowa w 25°C.
- [25] Remiszewski M., Kulczak M., Jeżewska M., Korbas E., Czajkowska D.: Wpływ procesu dekontaminacji z zastosowaniem pary wodnej na jakość wybranych przypraw. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **3 (48) Supl.**, 23-34.
- [26] Sekulska M.: Ocena mikrobiologiczna wybranych przypraw. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1993, **2**, 16-17.
- [27] Zohri A.N., Abdel-Gawad K., Saber S.: Antibacterial, antidermatophytic and antitoxigenic activities of onion (*Allium cepa* L.) oil. *Microbiol. Res.*, 1995, **150**, 167-172.

MICROBIOLOGICAL STATUS OF SELECTED SEASONINGS AND THE SURVIVAL OF MICROORGANISMS IN THEM

S u m m a r y

The purpose of this study was to analyze the microbiological status of selected seasonings and to assess how their environments affect the survival of microorganisms during 6-month storage. Three-hundred and eighty samples of commercially available seasonings (powdered pepper, powdered garlic, powdered onion, coriander, dried parsley, powdered paprika, powdered tomatoes, turmeric, basil and nutmeg) were subjected to a study. The seasonings were stored at 20°C for 6 months. Their microbiological parameters (total plate count, the counts of coliforms and moulds and yeasts, the presence of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and coagulase-positive staphylococci) were determined prior the storage and after consecutive 2-month intervals. The initial total plate count of material studied ranged from 1.30 to 3.91 log CFU x g⁻¹. Higher contamination was characteristic for the seasonings which have undergone higher number of technological processes during production. Moreover, coliforms were isolated more frequently from such a material. The following groups were distinguished among the seasonings tested on the basis of storage-related changes: 1) with unaltered microbial levels (pepper, nutmeg, basil), 2) with decreased counts (garlic, onion, coriander, parsley, paprika, turmeric), and 3) with increased contamination (tomato). Concluding, the microbiological status of seasonings studied, although good, was evidently assortment-specific. Moreover, the assortment markedly affected the changes of microbial counts occurring with the storage of the material.

Key words: seasonings, microbiological contamination, storage ☒

SYLWIA BONIN, MARIA ŚLUSARSKA

WPLYW DODATKU SOLI MAGNEZU I WAPNIA DO WYSOKOCUKROWYCH NASTAWÓW NA PROCES FERMENTACJI WINIARSKIEJ I PRZYROST BIOMASY DROŻDŻY

Streszczenie

Zbadano wpływ dodatku soli magnezu i wapnia do wysokocukrowych nastawów winiarskich na proces fermentacji i przyrost biomasy drożdży. Nastawy zawierające około 310 g cukrów ogółem/dm³ wzbogacano w 240 mg magnezu/dm³ oraz 40 i 400 mg wapnia/dm³. Stosowano drożdże *Saccharomyces bayanus* S.o./1AD. Stwierdzono, że w zastosowanych warunkach najkorzystniejsza jest suplementacja magnezem. W przypadku dodatku MgSO₄ do nastawów uzyskano najmniejszą zawartość ekstraktu pozornego i największą wydajność fermentacji - 93% oraz najwyższe końcowe stężenie etanolu - 16,0% obj. Natomiast wino uzyskane z nastawu suplementowanego 400 mg wapnia/dm³ charakteryzowało się zarówno najmniejszą zawartością alkoholu - 14,1% obj., jak i wydajnością - 82%. Wzbogacanie nastawu w magnez i wapń nie wpłynęło na zawartość cukrów ogółem, sacharozy, kwasowości lotnej i ogólnej, SO₂. Po 72-godzinnej hodowli największy przyrost biomasy uzyskano z próby wzbogaconej w 40 mg wapnia/dm³ - 9,2 g s.s.:dm⁻³, a najmniej z hodowli suplementowanej 400 mg-wapnia/dm³ - 7,7 g s.s.:dm⁻³.

Słowa kluczowe: drożdże, magnez, wapń, fermentacja, etanol, wino

Wprowadzenie

Uzyskiwanie win o wysokim stężeniu alkoholu wymaga zastosowania nastawów wysokocukrowych. Jednak w środowisku o zawartości cukrów około 250 g·dm⁻³ fermentacja jest utrudniona, początkowo ze względu na niekorzystne wysokie ciśnienie osmotyczne, a w dalszym etapie procesu ze względu na duże stężenie powstałego alkoholu. Przyczyną zakłóceń procesu fermentacji mogą być także metabolity fermentacji, jakimi są kwasy tłuszczowe o krótkim odgałęzieniu bocznym i ich estry [18].

Fermentacje nastawów wysokocukrowych można poprawić, stosując dodatek aktywatorów fermentacji. Zalicza się do nich m.in. sok z jarzębiny, śrutę z nasion wieśniolki, bentonit, pantotenu wapnia, celulozę, suszoną grzybnię *Botrytis cinerea*,

Aspergillus niger i preparaty ścian komórek drożdży [18]. Korzystnie na proces fermentacji alkoholowej oraz przyrost biomasy mogą oddziaływać również pierwiastki, do których zalicza się m.in. magnez i wapń.

Magnez jest niezbędny do funkcjonowania wielu enzymów, związanych m.in. z glikolizą i syntezą kwasów tłuszczowych, wpływa na aktywność ATP-azy membranowej, prawidłowe funkcjonowanie rybosomów, stymuluje cykl podziału komórek [12, 13, 15, 17]. Pierwiastek ten wraz z fosfolipidami tworzy związki kompleksowe będące głównym składnikiem struktury błon komórkowych. Wiązanie magnezu w tego rodzaju związki zmniejsza płynność i przepuszczalność błon cytoplazmatycznych. W jądrze komórkowym magnez działa ochronnie na miejsca z grupami anionowymi, dzięki czemu pomaga utrzymać prawidłową konformację struktur DNA [9]. Jony magnezu działają ochronnie na komórki drożdży w warunkach stresu etanolowego, wysokiej temperatury i ciśnienia osmotycznego [1, 15, 17] oraz wykazują właściwości ochronne przed szkodliwym działaniem innych metali [10].

Minimalne zapotrzebowanie komórek drożdży na magnez wynosi 0,65-1,7 mM ($15,6-40,8 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), natomiast całkowite zahamowanie wzrostu następuje przy stężeniu 1M ($24 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$) magnezu [6, 12].

Wapń jest pierwiastkiem powszechnie występującym w środowisku. Jony wapnia, z uwagi na dużą zdolność łączenia się z grupami karboksylowymi, stabilizują ściany komórkowe i enzymy wewnątrzkomórkowe. Ponadto aktywują wzrost drożdży, ułatwiają syntezę i zapobiegają wyciekaniu materiału komórkowego oraz regulują oddziaływanie lipidowo-proteinowe. Wapń pełni ważną rolę w regulacji metabolizmu azotu na poziomie mitochondriów oraz aktywuje składniki białkowe odpowiedzialne za zdolność drożdży do kłaczkowania [7, 12, 15]. Zapotrzebowanie drożdży na wapń zależy od warunków hodowli. Minimalne stężenie wynosi od 0,25 mM ($10 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) do 0,5 mM ($20 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), natomiast przy 25 mM ($1000 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) następuje zahamowanie wzrostu komórek [12].

W dostępnej literaturze brak jest doniesień o wpływie tych pierwiastków na proces fermentacji wysokocukrowych nastawów winiarskich i przyrost biomasy w tych warunkach.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu dodatku soli magnezu oraz wapnia do nastawów wysokocukrowych na przebieg fermentacji i przyrost biomasy drożdży.

Material i metody badań

Nastawy winiarskie przygotowywano z soku jabłkowego, odtworzonego z koncentratu i wody dejonizowanej, dosładzając cukrem konsumpcyjnym do końcowego stężenia cukrów ogółem około $310 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$. Udział moszczu w nastawie wynosił 70%.

Nastawy wzbogacano w związki azotowe: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ w ilości $0,3 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ i $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ w ilości $0,2 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$. W celu przeciwdziałania rozwojowi szkodliwej mikroflory nastawy sulfitowano $[\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5]$ do zawartości ok. $80 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ SO_2 . Nastawy suplementowano magnezem w ilości 240 mg magnezu/ dm^3 nastawu, dodawanym w postaci $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ oraz wapniem w ilości 40 i 400 g wapnia/ dm^3 nastawu, dodawanym w postaci $\text{CaCl}_2 \times 7\text{H}_2\text{O}$. W celu porównania fermentacji poddawano nastawy niesuplementowane.

Fermentacje prowadzono przy użyciu drożdży *Saccharomyces bayanus* S.o./1AD pochodzących z Kolekcji Czystych Kultur Zakładu Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności SGGW. Matki drożdżowe namnażano na podłożach o wzrastającym stężeniu cukru i SO_2 , przez 48 godz., w temp. ok. 28°C , przy wytrząsaniu 200 obr./min. Podłoża przygotowywano analogicznie jak nastaw, ale nie stosowano suplementacji. Dodatek matki drożdżowej do nastawów wynosił 6%. Fermentacji poddawano nastawy o objętości $1,5 \text{ dm}^3$. Fermentacje prowadzono w temperaturze $22 \pm 1^\circ\text{C}$ przez 35 dni. Przeprowadzono trzy serie fermentacji, każdą w dwóch powtórzeniach.

W trakcie trwania fermentacji oznaczano liczbę komórek drożdży metodą liczenia bezpośredniego w komorze Tohma [5] i ekstrakt pozorny. Bezpośrednio po zakończeniu fermentacji w młodym winie oznaczano: alkohol; cukry ogółem, sacharozę, ekstrakt bezcukrowy, SO_2 ogółem, kwasowość ogólną i lotną [4] oraz zawartość magnezu i wapnia metodą ASA po uprzedniej mineralizacji. Na podstawie zawartości cukrów ogółem i alkoholu wyliczano wydajność procesu fermentacji alkoholowej. Po tygodniu od zakończenia fermentacji przeprowadzano ocenę sensoryczną młodych win, stosując skalę 5-punktową z notami połówkowymi, o dziewięciu poziomach jakości [4].

W ramach badań określano również wpływ wymienionych powyżej dawek magnezu oraz wapnia na przyrost biomasy drożdży *Saccharomyces bayanus* S.o./1AD. Drożdże hodowano na jałowym podłożu o objętości 80 cm^3 , sporządzanym analogicznie, jak nastawy do fermentacji. Do szczepienia podłoży stosowano dodatek 10% matki drożdżowej. Hodowle prowadzono przez 72 godz., w temp. 28°C , na wytrząsarce o ruchu posuwisto – zwrotnym, przy 200 obr./min. Co 24 godz. oznaczano biomasę drożdży [2]. Wykonano dwie serie doświadczeń, każdą w trzech powtórzeniach.

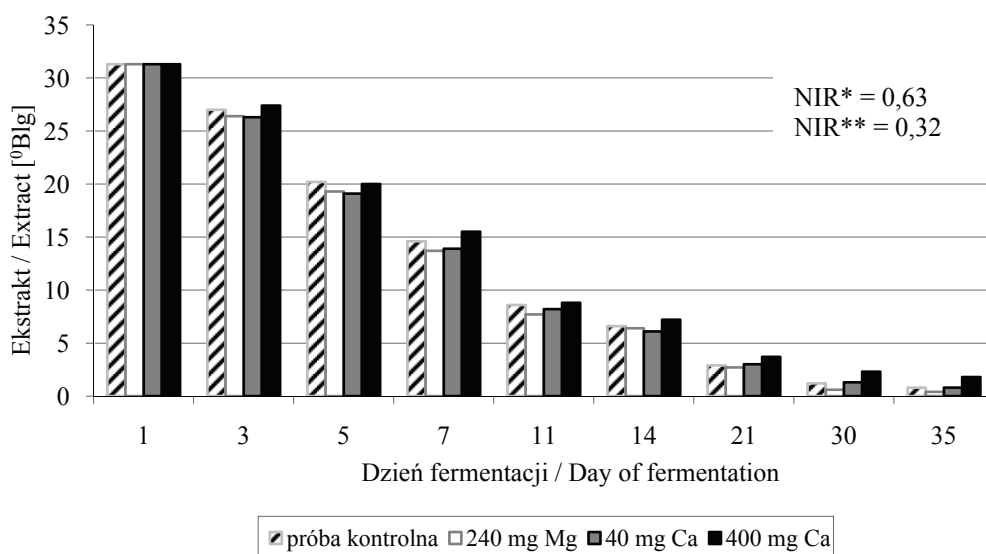
Wyniki poddano weryfikacji statystycznej. Stosowano analizę wariacji przy $\alpha = 0,05$, a najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczano testem Tukey'a (jako HSD).

Wyniki i dyskusja

Fermentacja winiarska

Nastawy poddawane fermentacji charakteryzowały się ekstraktem pozorным średnio $31,3^\circ\text{B}lg$. We wszystkich próbach zawartość ekstraktu zmniejszała się gwałtownie do 11. dnia procesu, co odpowiada burzliwej fazie fermentacji i jednocześnie

wskazuje na brak trudności w zafermentowaniu, mimo znacznej ilości cukrów w nastawie. Przy czym największy ubytek ekstraktu stwierdzono między drugim a czwartym dniem fermentacji i wynosił on średnio we wszystkich próbach 7,2°Błg. Ostatniego dnia procesu najlepsze odfermentowanie cukrów, wynoszące 0,4°Błg, stwierdzono w próbie wzbogaconej w 240 mg magnezu/dm³ nastawu, natomiast największym ekstraktem pozornym, średnio 1,8°Błg, charakteryzowało się wino uzyskane z nastawu suplementowanego 400 mg wapnia/dm³. W próbie kontrolnej, jak i w próbie z dodatkiem 40 mg wapnia/dm³ nastawu, ekstrakt kształtował się na tym samym poziomie 0,8°Błg (rys.1).



NIR* między wartościami średnimi w czasie trwania fermentacji / HSD* in between mean values in the time of fermentation

NIR** między wartościami średnimi win / HSD** in between mean values of wines

Rys. 1. Wpływ dodatku magnezu i wapnia do nastawów na zawartość ekstraktu w czasie trwania fermentacji.

Fig. 1. Influence of magnesium and calcium addition to the musts on the extract content in the time of fermentation.

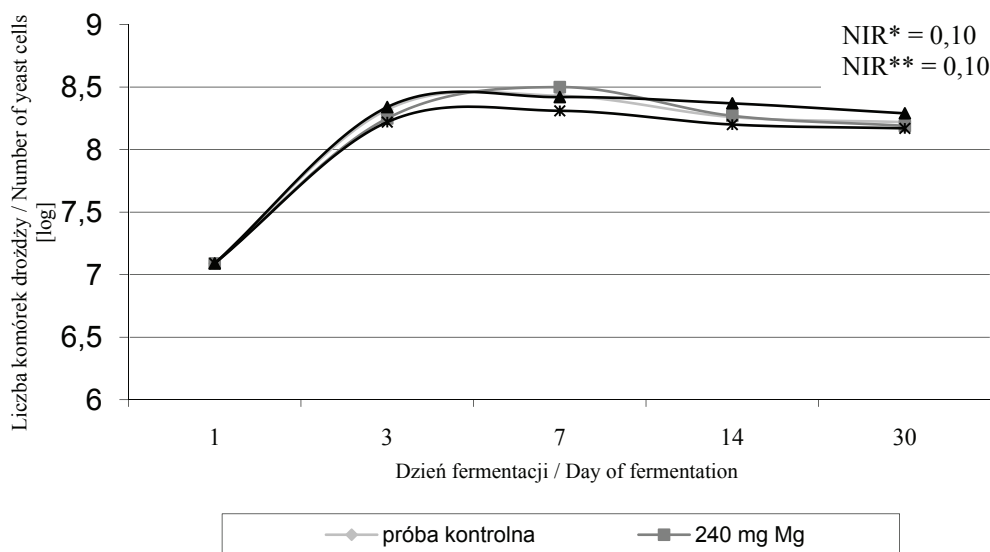
Rees i Stewart [12, 13] wykazali, że fermentacja brzeczki o ekstrakcie 12 oraz 20°Błg wzbogaconych w 500 mg magnezu przebiegała szybciej w porównaniu z próbą kontrolną, a w przypadku dodatku 800 mg wapnia ekstrakt zmniejszał się wolniej w porównaniu z brzeczki niesuplementowanymi.

Do szczepienia nastawów stosowano „matki drożdżowe”, w których liczba komórek wynosiła w zależności od serii 2,0–2,4×10⁸ kom·cm⁻³. Uważa się, że liczba komó-

rek drożdży w „matce” powinna wynosić minimum $6,0 \times 10^7$ kom·cm⁻³ [18], zatem w prowadzonym doświadczeniu stosowano dobrze namnożone drożdże.

Po zaszczepleniu „matką drożdżową” w 1 cm³ nastawu stwierdzono średnio 7,11 ($1,2 \times 10^7$ kom·cm⁻³) komórek drożdży. Po dwóch dniach fermentacji nastąpił znaczny wzrost liczby komórek. Stwierdzono wówczas średnio we wszystkich nastawach 8,28 komórek. Zatem okres pierwszych dwóch dni fermentacji odpowiada logarytmicznej fazie wzrostu. We wszystkich próbach liczba komórek drożdży przyrastała jeszcze w zwolnionym tempie do 7. dnia trwania procesu. Tego dnia największą liczbę drożdży - 8,51 kom·cm⁻³ stwierdzono w przypadku dodatku do nastawu magnezu, zaś najmniejszą - 8,31 kom·cm⁻³ przy suplementacji 400 mg wapnia. Od drugiego tygodnia liczba komórek utrzymywała się na w miarę zbliżonym poziomie. Przy czym, przez cały czas procesu fermentacji mniej komórek stwierdzano w próbach wzbogaconych w 400 mg wapnia (rys. 2).

Rees i Stewart [13] zaobserwowali większą liczbę komórek drożdży w fermentującej brzeczce wzbogaconej w 500 mg wapnia w stosunku do próby kontrolnej, natomiast dodatek 800 mg wapnia spowodował zmniejszenie liczby drożdży.



Objaśnienie jak na rys. 1 / Explanatory note as in Tab. 1.

Rys. 2. Wpływ dodatku magnezu i wapnia na liczbę komórek drożdży w czasie trwania fermentacji.

Fig. 2. Influence of magnesium and calcium addition to the musts on the number of yeast cell in the time of fermentation.

Tabela 1

Zawartość składników win w zależności od wielkości dodatku pierwiastków do nastawu.
Content of wine components depending on amount addition of elements in the must.

Składnik wina Wine component	Wino kontrolne Control wine	Dodatek Mg lub Ca do nastawów Addition of Mg / Ca to the musts			PI/NIR PV/HSD
		240 mg·dm ⁻³ Mg	40 mg·dm ⁻³ Ca	400 mg·dm ⁻³ Ca	
Alkohol [% obj.] Alcohol [% v/v]	14,3	16,0	15,1	14,1	NIR=0,23
Cukry ogółem [g·dm ⁻³] Total sugar [g·dm ⁻³]	43,9	40,5	44,6	44,7	PI=0,57
Sacharoza [g·dm ⁻³] Saccharose [g·dm ⁻³]	4,5	2,5	1,9	2,5	PI=0,54
Kwasowość lotna [g·dm ⁻³] Volatile acidity [g·dm ⁻³]	0,57	0,58	0,57	0,60	PI=0,89
Kwasowość ogólna [g·dm ⁻³] Total acidity [g·dm ⁻³]	5,3	5,0	5,0	5,0	PI=0,08
SO ₂ ogółem [mg·dm ⁻³] Total SO ₂ [mg·dm ⁻³]	49,2	55,1	53,7	57,1	PI=0,24
Ekstrakt bezcukrowy [g·dm ⁻³] Non-sugar extract [g·dm ⁻³]	31,1	35,8	33,8	43,2	NIR=6,89

Suplementacja nastawów wpłynęła na zawartość alkoholu w winie (tab. 1). Największą zawartością alkoholu – średnio 16,0% obj., charakteryzowało się wino otrzymane z nastawu z dodatkiem 240 mg magnezu/dm³ nastawu, a najmniejszą – 14,1% obj. etanolu uzyskano przy wzbogacaniu nastawu w 400 mg wapnia. Natomiast w przypadku suplementacji 40 mg wapnia odnotowano 15,1% obj. alkoholu, a w próbie kontrolnej - 14,3% obj.

Nabais i wsp. [8] podają, że drożdże *Saccharomyces bayanus* IST 154 wyprodukowały ok. 12% obj. etanolu, po 72 godz. fermentacji podłoża o zawartości 320 g·dm⁻³ cukrów, wzbogaconego w 30 mg wapnia. W próbie kontrolnej uzyskano ok. 9% obj. alkoholu. Natomiast dla drożdży *Saccharomyces cerevisiae* IGC 3507 optymalne stężenie wapnia w podłożu wynosiło 60-80 mg·dm⁻³. Ress i Stewart [12], w zależności od zastosowanego szczepu drożdży piwowarskich, uzyskali 3,03-3,70% obj. alkoholu z 12°Błg brzeczek suplementowanych magnezem w ilości 500 mg·dm⁻³. W przypadku dodatku 800 mg·dm⁻³ wapnia zawartość etanolu kształtowała się na poziomie 2,69-3,21% obj., a w próbach kontrolnych 2,85-3,55% obj. Sroka i wsp. [14] uzyskali maksymalną zawartość etanolu – 14,5% obj., w wyniku fermentacji brzeczek miodowych wzbogaconych w 80 mg·dm⁻³ wapnia, przy dodatku 600-800 mg·dm⁻³ wapnia uzyskano ok. 10% obj. alkoholu. Natomiast wzbogacenie brzeczek miodowych w 480 mg·dm⁻³ magnezu pozwoliło uzyskać 15,9% etanolu. Walker i wsp. [17] podają, że zwiększenie stosunku Ca : Mg

wpływa niekorzystnie na przebieg fermentacji, ponieważ istnieje prawdopodobieństwo konkurencji między tymi pierwiastkami.

Zawartość cukrów ogółem mieściła się w przedziale od 40,5 do 44,6 g·dm⁻³, natomiast sacharozy średnio od 1,9 do 4,5 g·dm⁻³. W obu przypadkach różnice między wszystkimi próbami mieściły się w granicach błędów (tab. 1).

Natomiast suplementacja nastawów wpłynęła na wydajność procesu fermentacji (tab. 2). Najkorzystniejszy był dodatek do nastawów magnezu, ponieważ proces przebiegał wówczas z wydajnością 93%. Przy wzbogacaniu nastawów w 400 mg wapnia/dm³, wydajność kształtowała się na podobnym poziomie, jak w próbie kontrolnej, odpowiednio 82 i 84%. Natomiast wydajność procesu fermentacji przy dodatku do nastawu 40 mg wapnia wynosiła 87% (NIR=2,4).

We wcześniejszych badaniach twierdzono, że przy dodatku 960 mg Mg·dm⁻³ nastawu proces przebiegał z wydajnością 97,7%. Jednak przy takiej dawce pierwiastka wyczuwalny był metaliczny posmak [3].

Wino otrzymane z nastawu suplementowanego 400 mg wapnia/dm³ zawierało najwięcej ekstraktu bezcukrowego - 43,2 g·dm⁻³, a najmniej - 31,1 g·dm⁻³ - próba kontrolna. Suplementacja nie wpłynęła na kwasowość lotną, która kształtowała się na poziomie 0,57-0,60 g·dm⁻³. Kwasowość ogólna win uzyskanych z nastawów suplementowanych wynosiła 5,0 g·dm⁻³, natomiast w próbie kontrolnej była nieznacznie wyższa - 5,3 g·dm⁻³. Zawartość SO₂ ogółem kształtowała się w przedziale od 49,2 do 57,1 mg·dm⁻³ (tab. 1).

Sroka i wsp. [14] podają, że suplementacja brzeczek miodowych jonami wapnia w ilości 80-200 mg·dm⁻³ spowodowała istotne zmniejszenie kwasowości lotnej, skorelowane ze zwiększeniem wydajności procesu. Natomiast próby suplementowane Ca²⁺ w ilości 400-600 mg·dm⁻³ wykazywały wzrost kwasowości lotnej do poziomu 1,2 g·dm⁻³. Suplementacja brzeczek miodowych magnezem w ilości 120-480 mg·dm⁻³ spowodowała obniżenie kwasowości ogólnej o 0,4-0,92 g·dm⁻³, a kwasowości lotnej o 0,16 g·dm⁻³.

Zastosowana w niniejszej pracy suplementacja wpłynęła korzystnie na ocenę sensoryczną win. Najwyższą ocenę ogólną osiągnęło wino z nastawu suplementowanego 40 mg wapnia·dm⁻³ - 3,75 pkt, zaś najniższą oceną ogólną charakteryzowała się próba kontrolna - 3,35 pkt., przy czym różnice w ocenie sensorycznej win suplementowanych mieściły się w granicach błędów (tab. 2). Należy zaznaczyć, że oceniano młode wina, które nie poddano procesowi leżakowania.

Zawartość magnezu po procesie fermentacji wynosiła 65 mg/dm³ wina, zatem zmniejszyła się o około 185 mg·dm⁻³ (ok. 75%) w stosunku do początkowej ilości w nastawie. W przypadku suplementacji nastawów 40 mg wapnia·dm⁻³, po fermentacji, stwierdzono 19,5 mg tego pierwiastka·dm⁻³ wina. Przy dodatku 400 mg wapnia·dm⁻³ nastawu, zawartość tego pierwiastka w winie wynosiła 138,5 mg, zatem zmniejszyła się o około 260 mg (około 65%), w stosunku do wartości początkowej (tab. 3).

Tabela 2

Wydajność procesu fermentacji oraz jakość sensoryczna win.
Fermentation efficiency and sensoric quality of wines.

Wyróżnik Parameter	Wino kontrolne Control wine	Dodatek Mg lub Ca do nastawów Addition of Mg/Ca to the musts			NIR HSD
		240 mg Mg	40 mg Ca	400 mg Ca	
Wydajność fermentacji [%] Fermentation efficiency [%]	84	93	87	82	2,4
Ocena sensoryczna [pkt] Sensoric quality [scores]	3,35	3,60	3,75	3,65	0,25

Tabela 3

Zawartość magnezu i wapnia w winach.
Content of magnesium and calcium in wines.

Składnik wina Wine component	Wino kontrolne Control wine	Dodatek Mg lub Ca do nastawów Addition of Mg/Ca to the musts		
		240 mg Mg	40 mg Ca	400 mg Ca
Magnez [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$] Magnesium [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]	8,5	65,0	8,4	8,8
Wapń [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$] Calcium [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]	7,7	6,5	19,5	138,5

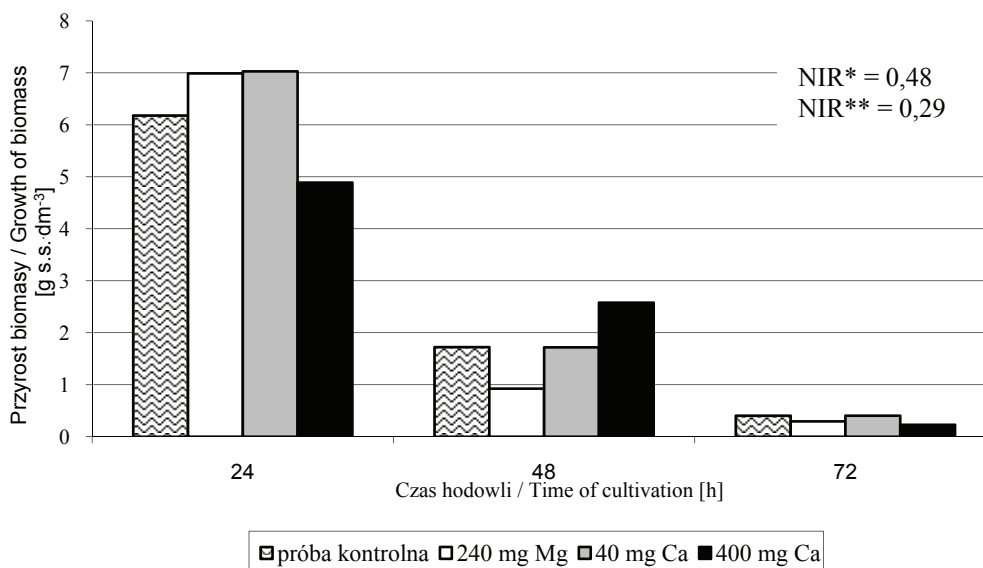
Trudno jednak stwierdzić, jaka ilość pierwiastków została pobrana do wnętrza komórek, a jaką drożdże związały na swej powierzchni. Badania Błażejaka i wsp. [2] wykazały, że tylko część magnezu z podłoża była aktywnie transportowana do wnętrza komórek drożdży, natomiast pozostałe jony Mg^{2+} podlegały jedynie adsorpcji na powierzchni ściany komórkowej. Przy czym im więcej magnezu znajdowało się w podłożu, tym większa jego ilość ulegała luźnemu połączeniu ze ścianą komórkową.

Hodowla biomasy drożdżowej

W drugiej części doświadczenia określono wpływ wzbogacania podłoża solami magnezu oraz wapnia na przyrost biomasy komórkowej drożdży *Saccharomyces bayanus* S.o.1/AD (rys. 3). Po zaszczepleniu w 1 dm^3 podłoża hodowlanego zawartość suchej substancji drożdży wynosiła średnio dla wszystkich prób 1,52 g. Zaobserwowano, że suplementacja wpływa na ilość uzyskanej biomasy drożdży. Przyrost biomasy komórkowej był największy przez pierwsze 24 godz. hodowli i średnio dla wszystkich prób wynosił $6,23 \text{ g s.s.}\cdot\text{dm}^{-3}$ płynu pohodowlanego, przy czym w przypadku podłoża wzbogaconego w magnez oraz podłoża z niższą dawką wapnia wynosił 7 g s.s., a suplementowanego niższą dawką magnezu jedynie 4,9 g s.s. Przez kolejne 24 godz. obserwowano

nadal niewielki przyrost biomasy komórkowej, który średnio dla wszystkich prób wynosił $1,74 \text{ g s.s.}\cdot\text{dm}^{-3}$ podłoża. W tym okresie najmniejszy przyrost biomasy – $0,9 \text{ g s.s.}$ zaobserwowano w próbie suplementowanej magnezem, a największy – $2,6 \text{ g s.s.}$ w podłożu wzbogaconym w 400 mg wapnia. Natomiast pomiędzy 48. a 72. godziną hodowli wzrost ilości biomasy drożdży mieścił się w granicy błędu ($\text{NIR} = 0,48$).

Stwierdzono, że najkorzystniejszy dla przyrostu biomasy jest dodatek 40 mg wapnia $\cdot\text{dm}^{-3}$ podłoża, a najmniej korzystny dodatek 400 mg wapnia. Po 72 h hodowli w próbie wzbogaconej mniejszą dawką wapnia uzyskano $9,2 \text{ g s.s.}\cdot\text{drożdży}\cdot\text{dm}^{-3}$ płynu pohodowlanego, a w próbie z większą ilością tego pierwiastka – $7,7 \text{ g s.s.}\cdot\text{dm}^{-3}$. W próbie kontrolnej oraz wzbogaconej w magnez przyrost biomasy był podobny i wynosił odpowiednio $8,2 \text{ g s.s.}\cdot\text{dm}^{-3}$ podłoża i $8,3 \text{ g s.s.}\cdot\text{dm}^{-3}$.



Objaśnienie jak na rys. 1 / Explanatory note as in Tab. 1.

Rys. 3. Wpływ dodatku magnezu i wapnia na przyrost biomasy drożdży.

Fig. 3. Influence of magnesium and calcium addition on the biomass growth.

Raczyńska-Cabaj i wsp. [11], wzbogacając podłoża w 2,4; 24; 250; 500 i $1250 \text{ mg Mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, po 72 godz. hodowli drożdży piekarskich *Saccharomyces cerevisiae* uzyskali największy przyrost biomasy komórkowej drożdży – $11,6 \text{ g s.s.}\cdot\text{dm}^{-3}$ przy dodatku 500 mg magnezu $\cdot\text{dm}^{-3}$. Z podłoża wzbogaconego w $240 \text{ mg Mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ uzyskali średnio $9,8 \text{ g s.s.}$ drożdży w przeliczeniu na 1 dm^3 płynu pohodowlanego. Podobnie Błażej i wsp. [2], podczas namnażania drożdży piwowskich na podłożach suplementowanych magnezem w ilości 250, 500 i $1250 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, uzyskali największy plon bioma-

sy w przypadku dodatku 500 mg tego pierwiastka. Przy czym większą ilość biomasy uzyskano przy dodatku magnezu w postaci $MgCl_2$ niż $MgSO_4$.

Pasternakiewicz i Tuszyński [10] suplementowali brzeczki magnezem w ilości 24, 120, 240, 480, 1200 $mg \cdot dm^{-3}$ oraz wapniem w ilości 40, 200, 400, 800, 2000 $mg \cdot dm^{-3}$. Autorzy ci stwierdzili, że do optymalnego przyrostu biomasy ilość magnezu i wapnia w podłożu zależy od szczepu drożdży. Jednak we wszystkich próbach z dodatkiem pierwiastków uzyskano więcej biomasy niż w próbie kontrolnej.

Wnioski

1. Suplementacja wysokocukrowych nastawów winiarskich solami magnezu i wapnia ma wpływ na przebieg procesu fermentacji i skład gotowego produktu. W zastosowanych warunkach najkorzystniejszy był dodatek 240 mg magnezu/ dm^3 nastawu.
2. Suplementacja nastawów magnezem w ilości 240 $mg \cdot dm^{-3}$ pozwala uzyskać najwyższe odfermentowanie, a dodatek 400 mg wapnia/ dm^3 nastawu powoduje obniżenie tempa fermentacji i zmniejszenie liczby komórek drożdży w fermentującym medium.
3. Dodatek magnezu umożliwia uzyskanie największej zawartości alkoholu - 16,0% obj. oraz wydajności 93%, a dodatek 400 mg wapnia/ dm^3 nastawu powoduje uzyskanie najmniejszej ilości alkoholu - 14,1% obj. oraz wydajność 82%. Suplementacja nie wpływa natomiast na zawartość cukrów ogółem, sacharozy, kwasowości lotnej, ogólnej i SO_2 .
4. Wzbogacanie podłoża hodowlanych w 40 mg wapnia/ dm^3 pozwala uzyskać więcej biomasy drożdży, natomiast dodatek wapnia w ilości 400 $mg \cdot dm^{-3}$ podłoża wpływa niekorzystnie na przyrost biomasy. Po 72-godzinnej hodowli w podłożu wzbogaconym w 40 mg wapnia przyrost biomasy wynosił 9,2 g s.s./ dm^3 , a w próbie suplementowanej wyższą dawką wapnia – 7,7 g s.s./ dm^3 .

Literatura

- [1] Brich R. M., Walker G. M.: Influence of magnesium ions on heat shock and ethanol stress responses of *Saccharomyces cerevisiae*. *Enzyme and Microbiol Technol.*, 2000, **26**, 678-687.
- [2] Błażej S., Duszkiewicz-Reinhard W., Gniewosz M., Rostkowska-Demner E., Domurad E.: Badanie zdolności wiązania magnezu przez drożdże piwowarskie *Saccharomyces cerevisiae* w warunkach hodowli stacjonarnej. *Acta Sci. Pol. Technol. Alimentaria*, 2002, **1 (2)**, 55-69.
- [3] Bonin S., Skwira J.: Wpływ suplementacji nastawów na fermentację winiarską. *Mat. XXXVI Sesji Nauk. KTChŻ PAN, Szczecin 2005*, s. 112.
- [4] Bonin S., Wzorek W.: *Wybrane zagadnienia z technologii winiarstwa*. Wyd. SGGW, Warszawa 2005.
- [5] Duszkiewicz-Reinhard W., Grzybowisk R., Sobczak E.: *Teoria i ćwiczenia z mikrobiologii ogólnej i technicznej*. Wyd. SGGW, Warszawa 2003.

- [6] Jones P., Greenfield P.: A review of yeast nutrition: growth and fermentation requirements. Proc. Biochem., 1984, **4**, 48-54.
- [7] Mochaba F., O'Connor - Cox E.S.C., Axcell B. C.: Metal ion concentration and release by a brewing yeast: characterization and implications. J. Am. Soc. Brew. Chem., 1997, **54** (3), 155-163.
- [8] Nabais R.C., Sa-Correia I., Viegas C.A., Novais J.M.: Influence of calcium ion on ethanol tolerance of *Saccharomyces bayanus* and alcoholic fermentation by yeasts. Appl. Envir. Microbiol., 1988, **54** (10), 2439-2446.
- [9] Pasternak K.: Magnez w fizjologii człowieka. Biul. Magnezol., 1999, **4** (2), 480-485.
- [10] Pasternakiewicz A., Tuszyński T.: Effect of calcium, magnesium, cobalt II, and zinc cations on the *Saccharomyces* growth. Pol. J. Food Nutr. Sci., 1997, **6** (47), 61-69.
- [11] Raczyńska-Cabaj A., Lipińska E., Sobczak E., Watras E.: Wpływ jonów magnezu na wzrost drożdży piekarskich z gatunku *Saccharomyces cerevisiae*. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2001, **7**, 26-28.
- [12] Rees E. Stewart G.: The effects of increased magnesium and calcium concentration on yeast fermentation performance in high gravity worts. J. Inst. Brew., 1997, **103**, 287 - 291.
- [13] Rees E. Stewart G.: Effects of magnesium, calcium and wort oxygenation on the fermentative performance of ale and lager strains fermenting normal and high gravity worts. J. Inst. Brew., 1999, **105**, 211-217.
- [14] Sroka P., Tuszyński T., Tarko T.: Wpływ jonów wapnia i magnezu na fermentację brzeczek miodowych. Mat. XXXVI Sesji Nauk. KTChŻ PAN, Szczecin 2005, s. 100.
- [15] Tuszyński T.: Wpływ jonów metali na wzrost drożdży i fermentację etanolową. Mat. XXXI Sesji Nauk. KTChŻ PAN, Poznań 2000, s. 203-211.
- [16] Tuszyński T., Pasternakiewicz A.: Wpływ jonów metali na wzrost drożdży piekarskich rasy Mautner i hybrydu XT411 x 5p. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Technol. Żywn., 1994, **6**, 246-250.
- [17] Walker G. M., Brich R.M., Chardrasena G., Maynard A.J.: Magnesium, calcium and fermentative metabolism in industrial yeasts. J. Am. Soc. Brew. Chem., 1996, **54**, 13-18.
- [18] Wzorek W., Pogorzelski E.: Technologia winiarstwa gronowego i owocowego. Sigma-NOT Warszawa 1998.

INFLUENCE OF ADDITION OF MAGNESIUM AND CALCIUM SALTS TO HIGH-SUGAR MUSTS ON THE PROCESS OF WINE FERMENTATION AND BIOMASS GROWTH

Summary

The aim of this paper was to study the influence of addition of magnesium and calcium salts to high sugar musts on the process of fermentation and biomass growth. Musts containing approximately 310 g-total sugar/dm³ were enriched with 240 mg-magnesium/dm³ as well as 40 and 400 mg-calcium ions/dm³. Yeast *Saccharomyces bayanus* S.o./1AD were used. It was found, that in applied conditions the most favourable is supplementation with magnesium. In the case of addition of MgSO₄ to the musts, the lowest content of extract, the highest efficiency of fermentation – 93% and the highest ethanol content – 16% v/v were stated. However, wine obtained from the must supplemented with 400 mg-calcium/dm³ was characterized by both the lowest content of alcohol – 14.1% vol. and the lowest efficiency - 82%. Addition of magnesium and calcium ions to the musts did not influence on the content of total sugar, saccharose, volatile and total acidity, SO₂. After 72 hours of cultivation, the highest biomass growth – 9.2 g d.m.·dm⁻³ was obtained from the must enriched with 40 mg-calcium·dm⁻³, and the lowest amount of biomass -7.7 g d.m.·dm⁻³ was stated in medium supplemented with 400 mg-calcium·dm⁻³.

Key words: wheat yeast, magnesium, calcium, fermentation, ethanol, wine ☒

AGNIESZKA NAWIRSKA, ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA,
ALICJA Z. KUCHARSKA

WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCE WYTŁOKÓW Z WYBRANYCH OWOCÓW KOLOROWYCH

Streszczenie

Określono właściwości przeciwutleniające wycieków z aronii, czarnej porzeczki, pigwowca japońskiego, jagody kamczackiej i truskawek. W ekstraktach alkoholowych badanych wycieków oznaczono siłę wiązania rodników (DPPH), aktywność przeciwutleniającą metodą ABTS, siłę redukującą (FRAP) oraz zawartość polifenoli ogółem i antocyjanów.

Wykazano, że analizowane ekstrakty miały zdolność do wiązania wolnych rodników, która zależała od rodzaju wycieków. Największą aktywność przeciwutleniającą (w przeliczeniu na suchą masę) stwierdzono w przypadku wycieków z aronii (DPPH – 199,4 mg/g, ABTS – 53,2 mg/g, FRAP – 12,53 mg/g). Równie wysoką aktywność wykazały wycieki z czarnej porzeczki, jakkolwiek wartości FRAP były niskie (5,24 mg/g), natomiast najniższą – wycieki z pigwowca japońskiego (DPPH – 18,21 mg/g, ABTS – 13,97 mg/g, FRAP – 6,12 mg/g). Określono wysoką korelację (od $r = 0,976$ do $r = 0,911$) pomiędzy zawartością polifenoli ogółem i antocyjanów a właściwościami przeciwutleniającymi oznaczonymi jako DPPH i ABTS. Stwierdzono, że właściwości przeciwutleniające badanych wycieków były wysokie, pomimo zastosowania, jako metody utrwalającej, procesu suszenia, w trakcie którego zawartość związków o właściwościach przeciwutleniających uległa znaczącemu zmniejszeniu.

Słowa kluczowe: wycieki z owoców, właściwości przeciwutleniające, DPPH, ABTS, FRAP

Wprowadzenie

Wolne rodniki są to grupy atomów lub cząsteczki mające na ostatniej powłoce jeden lub więcej niesparowanych elektronów, co sprawia, że są one niestabilne i bardzo reaktywne.

Wolne rodniki mogą powstawać w wyniku zanieczyszczenia środowiska, podczas wielu procesów chemicznych np. przy wytwarzaniu powszechnie stosowanych mas plastycznych, wskutek reakcji tlenu z paliwem napędowym podczas pracy silników,

w czasie tworzenia smogu. Mogą również tworzyć się jako efekt działania promieni jonizujących lub promieni nadfioletowych [8].

W ustroju człowieka rodniki powstają podczas procesu oddychania, autooksydacji wielu związków, zwłaszcza lipidów, podczas licznych reakcji enzymatycznych, a także w wyniku infekcji bakteryjnych lub wirusowych i związanych z tym procesów fagocytozy [8]. Bardzo istotną rolę w zapobieganiu skutkom działania wolnych rodników odgrywają przeciwutleniacze dostarczane do naszego organizmu wraz z żywnością.

Obecnie zauważyć można rosnące zainteresowanie technologów żywności naturalnymi przeciwutleniaczami. Jest to spowodowane brakiem zaufania konsumentów do syntetycznych dodatków do żywności. Ponadto naturalne antyoksydanty nie są limitowane przez prawo oraz nie wymagają zgody na stosowanie ich do żywności [11]. Na podstawie badań stwierdzono, że naturalne przeciwutleniacze zawarte w wielu owocach, warzywach oraz ziołach odgrywają istotną rolę w profilaktyce i leczeniu wielu chorób, w tym najcięższych chorób cywilizacyjnych, takich jak: cukrzyca, miażdżyca, choroby serca i nowotwory [4, 13].

W przetwórstwie owoców główną masę odpadów stanowią wytloki, powstające przy wytwarzaniu moszczu i są one źródłem wielu cennych składników [5]. Z badań Peschal [7] oraz Sánchez-Alonso [10] wynika, że odpady z przemysłu spożywczego, a w szczególności wytloki, wykazują znaczące właściwości przeciwutleniające.

Celem niniejszej pracy było określenie właściwości przeciwutleniających ekstraktów etanolowych z wysuszonych wytloków z aronii, czarnej porzeczki, jagody kamczackiej, pigwowca japońskiego i truskawek oraz analiza wpływu zawartości polifenoli ogółem i antocyjanów na właściwości przeciwutleniające badanych materiałów.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły wytloki uzyskane w procesie tłoczenia owoców aronii (*Aronia melanocarpia* Elliott), czarnej porzeczki (*Ribes nigrum*), jagody kamczackiej (*Lonicera kamtschatica*), pigwowca japońskiego (*Chaenomeles japonica* L.) i truskawek (*Fragaria x ananassa*). Wytłoki z aronii, jagody kamczackiej i pigwowca japońskiego otrzymano w Zakładzie Technologii Przetwórstwa Owoców i Warzyw Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, natomiast wytloki z czarnej porzeczki i truskawek pochodziły z ZPOiW Gomar w Pińczowie. Świeże wytloki były zamrażane i w tej postaci przetrzymywane do czasu wykonywania analiz. Przed analizami były rozmrażane i suszone w suszarce owiewowej w temp. 50°C w ciągu 2 godz. Następnie wytloki mielono i poddawano ekstrakcji 80% alkoholem etylowym.

W ekstraktach oznaczano: siłę wiązania rodników 2,2- difenyl-1-pikrylhydrazylowych (DPPH) wg Yena i Chena [14], aktywność przeciwutleniającą metodą z ABTS podaną przez Re i wsp. [9], siłę redukującą ekstraktów (FRAP) wg Benzie

i Strain [1], zawartość polifenoli ogółem (metodą Folina-Ciocaltau'a) [11] i antocyjanów (metodą Fuleki i Francisa) [11].

Otrzymane wyniki zinterpretowano statystycznie przy użyciu programu Statistica 7.1., na podstawie analizy wariancji przy jednokierunkowej klasyfikacji. W celu ustalenia grup jednorodnych wykonano test Duncana.

Wyniki badań i analiza

Stosunkowo niewiele jest w literaturze danych dotyczących właściwości przeciwutleniających wytlóków powstających w procesie tłoczenia owoców. Najczęściej spotyka się dane dotyczące wytlóków z winogron [3, 10].

Wytłoki, które otrzymano podczas tłoczenia owoców w Zakładzie Technologii Owoców i Warzyw Uniwersytetu we Wrocławiu charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością polifenoli ogółem (od 10,46 do 137,48 $\text{mg}\times\text{g}^{-1}$) i antocyjanów (od 6,72 do 122,98 $\text{mg}\times\text{g}^{-1}$). To duże zróżnicowanie związków odpowiedzialnych za właściwości przeciwutleniające odnalazło swoje potwierdzenie w zróżnicowanych wynikach testów przeciwutleniających.

Tabela 1

Zawartość polifenoli ogółem i antocyjanów oraz właściwości przeciwutleniające wytlóków wyrażone jako DPPH, ABTS i FRAP.

Total phenolic and anthocyanins content and antioxidant characteristic of pomace (DPPH, ABTS, FRAP).

Wytłoki Pomace	Polifenole ogółem Total phenolics [$\text{mg}\times\text{g}^{-1}$ s.m.]	Antocyjaniny Anthocyanins [$\text{mg}\times\text{g}^{-1}$ s.m.]	DPPH [$\mu\text{M DPPH}\times\text{g}^{-1}$]	ABTS [$\mu\text{M Trolox}\times\text{g}^{-1}$]	FRAP [$\mu\text{M Fe}^{3+}\times\text{g}^{-1}$]
Aronia Chokeberry	137,48±5,58 ^a	122,98±2,17 ^a	199,4±5,71 ^a	53,2±3,9 ^a	12,53±0,01 ^a
Jagoda kamczacka Honeysuckle	113,64±0,5 ^b	98,97±2,28 ^b	65,27±7,54 ^c	62,24±2,28 ^a	11,13±0,06 ^b
Czarna porzeczka Black currant	64,52±4,03 ^c	50,19±10,17 ^c	138,81±7,97 ^b	56,88±9,63 ^a	5,24±0,17 ^d
Truskawka Strawberry	36,17±1,21 ^d	6,71±0,01 ^d	58,67±5,33 ^c	23,32±2,2 ^b	2,75±0,11 ^e
Pigwowiec Japoński Japanese quince	10,46±0,13 ^e	-	18,21±0,34 ^d	13,97±0,06 ^b	6,12±0,01 ^c

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c, d, e – grupy jednorodne w obrębie kolumn; wyniki podane jako wartość średnia ± odchylenie standardowe / homogenous groups in columns, results are expressed as the mean values ± standard deviation.

W tab. 1 przedstawiono zawartość polifenoli ogółem i antocyjanów oraz wyniki testów przeciwutleniających badanych wycieków. Wycieki z aronii charakteryzowały się najwyższą zawartością polifenoli ogółem wśród badanych prób (137,48 mg×g⁻¹). Była ona zbliżona do wyników otrzymanych przez Oszmiańskiego i Wojdyłę [6], którzy oznaczyli w wyciekach z aronii 105,83 mg×g⁻¹ polifenoli. Niewiele mniej polifenoli ogółem oznaczono w wyciekach z jagody karczackiej (113,64 mg×g⁻¹), natomiast najniższą zawartość tych związków oznaczono w wyciekach z pigwowca japońskiego (10,46 mg×g⁻¹). Podobną zawartość polifenoli ogółem oznaczono w badaniach Dhiraja i Shetty' a [2] w wyciekach z żurawiny (11,8 mg×g⁻¹). Peschel i wsp. [7], w badaniach nad wyciekami z truskawek, określili zawartość polifenoli ogółem w ekstraktach etanolo-owych średnio na poziomie 38,74 mgGAE×g⁻¹ suchego ekstraktu. Najwięcej polifenoli ogółem, w cytowanych badaniach [7], oznaczono w wyciekach z czerwonych buraków (121,95 mgGAE×g⁻¹ suchego ekstraktu), a najmniej w wyciekach z zielonego groszku (12,09 mgGAE×g⁻¹ suchego ekstraktu).

Zawartość antocyjanów była ściśle skorelowana z zawartością polifenoli (tab. 2). Stężenie czerwonych barwników wahało się od 6,72 mg×g⁻¹ w wyciekach z truskawek do 122,98 mg×g⁻¹ w wyciekach z aronii. Stosunek zawartości antocyjanów w wyciekach z aronii do wycieków z czarnej porzeczki był porównywalny do stosunku tych związków w owocach aronii i czarnej porzeczki badanych przez Sosnowską i wsp. [12] i wynosił ok. 2,4.

W porównaniu z danymi literaturowymi dotyczącymi zawartości związków czynnych w owocach jagodowych [12], zawartość polifenoli i antocyjanów w badanych wyciekach była znacząco wyższa, co może być tłumaczone dużą zawartością barwników i flawanoidów w skórkach owoców i pozostaniem ich w wyciekach.

Zawartość polifenoli i antocyjanów ma bezpośredni związek z właściwościami przeciwutleniającymi. Stąd też najwyższą aktywność wśród przebadanych wycieków wykazały wycieki z aronii, zarówno w testach DPPH, jak i FRAP. W testach ABTS najwyższe wyniki uzyskano w przypadku wycieków z jagody karczackiej. Należy jednak zauważyć, że pomiędzy wynikami uzyskanymi z analizy wycieków z aronii, czarnej porzeczki i jagody karczackiej nie było różnic statystycznie istotnych. Pozostałe wycieki również tworzyły jedną grupę jednorodną. Aktywność przeciwutleniająca, oznaczona wobec rodników ABTS, wycieków z jagody karczackiej była 5-krotnie większa niż aktywność wycieków z pigwowca japońskiego. Jeszcze większą różnicę otrzymano przy oznaczeniu siły wiązania wolnych rodników DPPH. W tym teście najlepsze wyniki otrzymano z analizy wycieków z aronii i były one 10-krotnie większe niż w przypadku wycieków z pigwowca japońskiego.

Wycieki z pigwowca wykazywały stosunkowo wysoką siłę redukującą FRAP i pomimo niewielkiej zawartości polifenoli były to wyniki 2-krotnie wyższe niż uzyskane z wycieków z truskawek i nieco wyższe niż z wycieków z czarnej porzeczki.

Stwierdzono wysoką korelację (tab. 2) pomiędzy aktywnością przeciwutleniającą oznaczoną wobec DPPH i ABTS a zawartością polifenoli i antocyjanów ($R > 0,9$). Natomiast siła redukująca FRAP nie korelowała z zawartością polifenoli i antocyjanów.

Tabela 2

Współczynniki korelacji pomiędzy wybranymi składnikami i aktywnością przeciwutleniającą ekstraktów z wyłoków.

Correlations coefficients between some constituents and antioxidant activity of pomace extracts.

Wyróżnik Distinguishing mark	DPPH	ABTS	FRAP	Polifenole Phenolics	Antocyjany Anthocyanins
DPPH	1	-	-	-	-
ABTS	0,837	1	-	-	-
FRAP	0,500	0,659	1	-	-
Polifenole Phenolics	0,976	0,927	0,532	1	-
Antocyjany Anthocyanins	0,938	0,911	0,593	0,995	1

Wnioski

1. Wyłoki z wybranych owoców kolorowych mają zdolność wiązania wolnych rodników, zaś ilość związków o właściwościach przeciwutleniających w dużym stopniu zależy od rodzaju tych wyłoków.
2. Największą aktywność przeciwutleniającą wykazały wyłoki z aronii w dwóch spośród trzech rodzajów oznaczeń, natomiast najniższą wyłoki z pigwowca japońskiego. Miało to bezpośredni związek z zawartością antocyjanów i polifenoli, jako związków o potwierdzonych właściwościach przeciwutleniających.
3. Właściwości przeciwutleniające badanych wyłoków były znaczne mimo zastosowania procesu suszenia, jako metody utrwalającej, w trakcie którego część związków o właściwościach przeciwutleniających ulega znaczącej redukcji.

Literatura

- [1] Benzie I.F.F., Strain J.J.: The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 1996, **239**, 70-76.
- [2] Dhiraj A.V., Shetty K.: Ellagic acid production and phenolic antioxidant activity in cranberry pomace (*Vaccinium macrocarpon*) mediated by *Lentinus edodes* using a solid-state system. *Process Biochemistry*, 2003, **39**, 367-379.
- [3] Gómez-Plaza E., Miñano A., López-Roca J.M.: Comparison of chromatic properties, stability and antioxidant of anthocyanin-based aqueous extracts from grape pomace obtained from different vinification methods. *Food Chemistry*, 2006, **97**, 87-94.

- [4] Middleton E., Kandaswamy C., Theoharides T.C.: The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews*, 2000, **52**, 673-751.
- [5] Nawirska A.: Odpady z przemysłu owocowego. *Agroprzemysł*, 2003, **2**, 44-46.
- [6] Oszmiański J., Wojdyło A.: Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. *Eur Food Res Technol*, 2005, **221**, 801-813.
- [7] Peschal W., Sánchez-Rabaneda F., Diekmann W., Plescher A., Gartzía I., Jiménez D., Lamuela-Raventós R., Buxaderas S., Codina C.: An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit waste. *Food Chem.*, 2006, **97**, 137-150.
- [8] Pokorny J., Yanishlieva N., Gordon M.: *Antioxydants in food*. Woodhead Publishing Limited Cambridge 2001.
- [9] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical & Medicine*, 1999, **26**, Nos. 9/10, 1231-1237.
- [10] Sánchez-Alonso I., Jiménez-Escrig A., Saura-Calixto F., Borderías A.J.: Effect of grape antioxidant dietary fibre on the prevention of lipid oxidation in minced fish: Evaluation by different methodologies. *Food Chemistry*, 2007, **101**, 372-378.
- [11] Sokół-Lętowska A., Oszmiański J.: Właściwości przeciwutleniające naturalnych polifenoli. *Zeszyt. Nauk. AR we Wrocławiu, Technologia Żywności XII*, 1998, **328**, 73-84.
- [12] Sosnowska D., Podśędek A., Anders B.: Aktywność antyoksydacyjna preparatów flawonoidów z owoców jagodowych. *Mat. Konf. Flawonoidy i ich zastosowanie. Rzeszów 2004*, 277-286.
- [13] Temple N.J.: Antioxidants and disease: more questions than answers. *Nutrition Research*, 2000, **20**, 449-459.
- [14] Yen G.C., Chen H.Y.: Antioxidant and pro-oxidant effect of various tea extracts, *J. Agric. Food Chem.*, 1997, **45**, 30-34.

ANTIOXIDANT CHARACTERISTICS OF POMACE FROM DIFFERENT FRUITS

S u m m a r y

Samples of chokeberry, black currant, honeysuckle, Japanese quince and strawberry pomace were investigated for antioxidant characteristics. Free radical scavenging activity was determined using the DPPH method in alcoholic extracts. Antioxidant activity was established in the ABTS approach. The reducing power of the extracts was measured by the ferric reducing/antioxidant power (FRAP) technique. The Folin-Ciocalteu method and the Fuleki-Francis method was used to determine the total phenolics content and the amount of anthocyanins, respectively. All the samples examined display antioxidant properties that vary from one pomace type to another. The highest antioxidant activity (in terms of dry weight) is that of the chokeberry pomace (DPPH, $199.4 \text{ mg} \times \text{g}^{-1}$; ABTS, $53.2 \text{ mg} \times \text{g}^{-1}$; FRAP, $12.53 \text{ mg} \times \text{g}^{-1}$). Black currant pomace displays a similar antioxidant activity although the FRAP values measured are surprisingly low ($5.24 \text{ mg} \times \text{g}^{-1}$). The lowest antioxidant activity is that of the Japanese quince pomace (DPPH, $18.21 \text{ mg} \times \text{g}^{-1}$; ABTS, $13.97 \text{ mg} \times \text{g}^{-1}$; FRAP, $6.12 \text{ mg} \times \text{g}^{-1}$). High correlation was observed (from $r = 0,976$ to $r = 0,911$) between total phenolic content and anthocyanins and antioxidant characteristics marked as DPPH and ABTS respectively. In sum, the antioxidant properties of all the pomace samples tested are high despite the drying process applied, during which the content of the compounds characterized by antioxidant characteristics decreases notably.

Key words: pomace fruits, antioxidant characteristics, DPPH, ABTS, FRAP ☒

MAŁGORZATA ZIARNO, PIOTR BARTOSZ

WIĄZANIE CHOLESTEROLU PRZEZ BAKTERIE JOGURTOWE W MODELOWYM SOKU JELITOWYM

Streszczenie

Celem pracy było określenie zdolności kultur jogurtowych *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* do usuwania cholesterolu z modelowego soku jelitowego, symulującego warunki panujące w przewodzie pokarmowym. Wykazano, że stopień redukcji poziomu cholesterolu był zróżnicowany w zależności od koncentracji biomasy badanej kultury i powtórzenia doświadczenia, zaś nie zależał od rodzaju środowiska hodowlanego. Największy średni ubytek cholesterolu podczas 5-godzinnej hodowli w soku jelitowym stwierdzono w przypadku 10-krotnie skoncentrowanej biomasy kultur *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ($0,129 \pm 0,044$ g/dm³) lub *S. salivarius* subsp. *thermophilus* ($0,139 \pm 0,029$ g/dm³). Biomasy o 1-krotnym stężeniu komórek usuwały z modelowego soku jelitowego jedynie $0,066 \pm 0,022$ g/dm³ i $0,080 \pm 0,029$ g/dm³ cholesterolu, odpowiednio w przypadku *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *S. salivarius* subsp. *thermophilus*. Ilość cholesterolu usunięta przez biomasę o 0,1-krotnym stopniu koncentracji nie różniła się statystycznie istotnie od ilości cholesterolu usuniętej przez biomasę o 1-krotnym stopniu koncentracji, niezależnie od rodzaju środowiska. Podczas 5-godzinnej hodowli zbadano również oporność kultur na działanie soku jelitowego. Stwierdzono, że kultury *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* lepiej przeżywały w środowisku modelowego soku jelitowego niż kultury *S. salivarius* subsp. *thermophilus*.

Słowa kluczowe: wiązanie cholesterolu, bakterie jogurtowe, przeżywalność bakterii, cholesterol, modelowy sok jelitowy

Wprowadzenie

Na podstawie badań klinicznych przeprowadzonych na ochotnikach opisywane jest dobroczynne oddziaływanie probiotyków na zdrowie ludzi. Także badania *in vitro* i na zwierzętach dowodzą, że bakterie mlekowe mają właściwości antycholesterolowe. Doświadczenia z tego zakresu potwierdzają, że tę zdolność w warunkach *in vitro* wykazują nie tylko szczepy uznane za probiotyczne, ale także tradycyjne kultury bakterii

fermentacji mlekowej, wykorzystywane w przemyśle spożywczym do fermentacji produktów mleczarskich. Można przypuszczać, że bakterie kwasu mlekowego wykażą się podobnym potencjałem hipocholesterolemicznym również w warunkach *in vivo* [1, 6, 8, 9].

Celem niniejszej pracy było określenie zdolności kultur bakterii jogurtowych *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* do obniżania poziomu cholesterolu w modelowym soku jelitowym, imitującym warunki, jakie panują w tym odcinku przewodu pokarmowego człowieka, w którym cholesterol jest wchłaniany do krwiobiegu.

Materiał i metody badań

Do badań użyto monokultur bakterii jogurtowych, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *S. salivarius* subsp. *thermophilus*, wyizolowanych z jogurtów handlowych. Do otrzymania biomasy komórek tych kultur użyto płynnych podłoży hodowlanych, odpowiednio bulionu MRS (Merck) i bulionu M17 (Merck). W uzyskanych hodowlach oznaczano metodą płytkową liczbę hodowanych bakterii jogurtowych, osobno pałeczek i paciorkowców mlekowych.

Oznaczanie zdolności bakterii do usuwania cholesterolu prowadzono w warunkach modelowych. Jako prób kontrolnych użyto bulionów MRS i M17, natomiast w celu symulowania warunków panujących w ludzkich jelitach przygotowano modelowy sok jelitowy. Badane kultury przetrzymywano w podanych podłożach, zawierających lub niezawierających dodatku cholesterolu, przez 5 godz. w temp. 37°C. Stężenie cholesterolu, przed rozpoczęciem hodowli i po jej zakończeniu, oznaczano w płynie hodowlanym za pomocą diagnostycznego testu enzymatycznego (Cholesterol RTU, BioMérieux). Wyniki pomiaru stężenia cholesterolu posłużyły do obliczenia ilości usuniętego cholesterolu przez każdą z badanych kultur.

Modelowy sok jelitowy sporządzono według Marteau i wsp. [17], z modyfikacjami własnymi. W 1 dm³ 1M NaHCO₃ rozpuszczono 5 g NaCl, 0,6 g KCl i 0,25 g CaCl₂ oraz 8,5 g żółci wołowej. Po ustaleniu pH tak, aby po sterylizacji wynosiło 7,0 ± 0,2, przygotowany roztwór autoklawowano w temp. 121°C przez 15 min. Bezpośrednio przez wykonaniem doświadczenia, do soku jelitowego dodawano enzymy trzustkowe. Źródłem tych enzymów był preparat farmaceutyczny Kreon 10 000 (Solvay Pharmaceuticals). Jedna kapsułka tego preparatu zawiera 150 mg pankreatyny z trzustek wołowych o aktywności: 10000 jednostek FIP lipazy, 8 000 jednostek FIP amylazy, 600 jednostek FIP proteazy. Enzymy były dodawane w ilości równej zawartości dwóch kapsułek preparatu na 25 cm³ modelowego soku jelitowego.

Źródłem cholesterolu w próbach był krystaliczny cholesterol (o czystości chemicznej >99%, Sigma-Aldrich) rozpuszczony na gorąco w mieszaninie 99% etanolu

i Tweenu 80, wymieszanych w proporcji 3:1. Każdorazowo, przed doświadczeniem, przyrządzano nową porcję roztworu cholesterolu.

Wykonano 7 doświadczeń, w każdym przypadku użyto biomasy 10-krotnie zagęszczonej (biomasa 10x), o normalnym stężeniu (biomasa 1x) i 10-krotnie rozcieńczonej (biomasa 0,1x). Próby przygotowywano w dwóch powtórzeniach, osobno z *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i ze *S. salivarius* subsp. *thermophilus*. Przygotowane próby przetrzymywano w cieplarni w temp. 37°C przez 5 godz. Bezpośrednio po przygotowaniu prób i po upływie 5 godz. pobierano płyn pochodzący do oznaczenia stężenia cholesterolu (w celu oddzielenia komórek próby wirowano przez 7 min przy 6500 rpm w temp. pokojowej). Stężenie cholesterolu oznaczano testem enzymatycznym, z użyciem spektrofotometru Helios Gamma (Thermo Elektron Corporation). Absorbancję odczytywano przy długości fali 500 nm. Stężenie cholesterolu obliczano z równania:

$$X = \frac{P}{W} * n$$

gdzie:

X - stężenie cholesterolu w próbce [g/dm³], P - absorbancja próby, W - absorbancja wzorca (Cholesterol Calibrateur, BioMérieux), n - stężenie cholesterolu we wzorcu, wynoszące 2 g/dm³.

Druga część pracy polegała na oznaczaniu stopnia przeżywalności bakterii podczas 5-godzinnej ich hodowli w bulionach MRS albo M17 oraz w modelowym soku jelitowym, z dodatkiem lub bez dodatku roztworu cholesterolu. Przed rozpoczęciem hodowli i po jej zakończeniu liczbę bakterii, osobno pałeczek i paciorkowców, oznaczano metodą płytkową, odpowiednio w podłożach MRS albo M17 agar (Merck). Płytki inkubowano w cieplarni w temp. 37°C przez 72 godz., w przypadku *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* lub 48 godz., w przypadku *S. salivarius* subsp. *thermophilus*. Hodowle, w zależności od wymagań kultur, prowadzono w warunkach tlenowych lub beztlenowych. Warunki beztlenowe dla *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* uzyskiwano za pomocą anaerostatów (Merck), w których umieszczano wkłady (Merck) wytwarzające atmosferę beztlenową. Wynik podawano w jednostkach tworzących kolonie (jtk) w przeliczeniu na 1 cm³ hodowli.

Analizę statystyczną (wieloczynnikową ANOVA na poziomie istotności $\alpha = 0,05$) prowadzono z wykorzystaniem programu komputerowego Statgraphics Plus 4.1.

Wyniki i dyskusja

Rezultaty wielu badań prowadzonych w warunkach *in vitro*, jak i w warunkach *in vivo* na zwierzętach, dowodzą, że bakterie mlekowe mają zdolność do zmniejszania poziomu cholesterolu. Nasuwa to przypuszczenia, że również u ludzi, poprzez spożywanie mlecznych napojów fermentowanych zawierających bakterie kwasu mlekowego,

można uzyskać efekt hipocholesterolemiczny. By potwierdzić to przypuszczenie, należy zbadać zdolność bakterii do wiązania cholesterolu w warunkach ludzkiego przewodu pokarmowego, w tym m.in. w jelitowej części, gdzie odbywa się wchłanianie cholesterolu pokarmowego.

Dotychczasowe badania *in vitro* z tego zakresu były prowadzone w podłożach optymalnych dla hodowli bakterii mlekowych. Należy podkreślić, że w tego typu doświadczeniach stosowano różne warunki hodowli, różne rodzaje roztworów cholesterolu (mieszanina cholesterolu i etanolu, cholesterol stabilizowany fosfatydylocholiną, PPLO), różne jego stężenia (od 70 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ do 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), różny czas hodowli (od 1 do 48 godz.), a także podłoża o różnym składzie (MRS bulion, MRS-THIO, mleko) [2, 4, 6, 7, 9, 11, 21]. Różnice te sprawiają, że wyniki badań opisanych w niniejszej pracy są trudne do przedyskutowania, gdyż w literaturze przedmiotu brak jest informacji na temat hodowli bakterii mlekowych w warunkach imitujących układ pokarmowy (m.in. w warunkach modelowego soku jelitowego).

W pierwszej części pracy zbadano kultury jogurtowe *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *S. salivarius* subsp. *thermophilus* pod względem ich zdolności do usuwania cholesterolu w optymalnym podłożu hodowlanym i w modelowym soku jelitowym. Uzyskane wyniki potwierdzają, że podczas hodowli w zastosowanych warunkach gatunki tych bakterii wykazały taką zdolność, lecz o różnym natężeniu. Wiadomo, że bakterie kwasu mlekowego nie potrafią metabolizować cholesterolu, stąd jego ubytek z podłoża jednoznacznie wskazywał na zdolność badanych kultur do wiązania tego związku. Dane dostępne w piśmiennictwie wskazują, że komórki bakterii są zdolne do wiązania cholesterolu, co polega na przyłączaniu jego cząsteczek do ściany lub błony komórkowej [4, 9, 11, 19, 26]. Uważa się, że za przyłączanie cząsteczek cholesterolu do ściany komórkowej bakterii odpowiedzialny jest obecny peptydoglikan, który u różnych bakterii fermentacji mlekowej ma inny skład chemiczny [9]. Fakt ten może sugerować, że ilość cholesterolu wiązanej przez kulturę bakterii jest ściśle liniowo zależna od liczby komórek w biomase. Zgodnie z oczekiwaniami, w niniejszej pracy najwięcej cholesterolu ubyło w podłożach zawierających 10-krotnie skoncentrowaną biomasę, niezależnie od tego, czy hodowle prowadzono w modelowym soku jelitowym czy w podłożu kontrolnym. Przy tej koncentracji biomasy kultury *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* związały od 0,052 do 0,197 g/dm^3 (średnio 0,154 g/dm^3) cholesterolu z modelowego soku jelitowego oraz od 0,062 do 0,168 g/dm^3 (średnio 0,123 g/dm^3) cholesterolu z podłoża kontrolnego, bulionu MRS (tab. 1).

Duży rozrzut wyników wiązania cholesterolu przez bakterie fermentacji mlekowej nie jest zjawiskiem nowym. Problem ten był omawiany w wielu publikacjach naukowych. Przykładowo, Pereira i Gibson [21], badając szczepy różnych LAB, zwrócili uwagę na znaczne wahania w wiązaniu cholesterolu z podłoża MRS zawierającego 0,2% taurocholalanu sodu. Wiązanie cholesterolu wynosiło od 0,4 do 47%, przy wyj-

ściowym jego stężeniu 0,1 g/dm³. Rašić i wsp. [22], badając różne bakterie mlekowe, stwierdzili, że jeden z trzech badanych szczepów *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* wykazuje zdolność związania 276 µg/cm³ cholesterolu z podłoża hodowlanego. Wg cytowanych badaczy, pozostałe szczepy *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* wiązały cholesterol w ilości, odpowiednio, 123 i 102 µg/cm³, zaś *Lb. acidophilus* 177-225 µg/cm³. Zdolność do redukcji poziomu cholesterolu przez bakterie rodzaju *Lactobacillus* w warunkach *in vitro* potwierdzili także Lin i Chen [13], którzy badając 5 szczepów *Lb.* podczas 24-godzinnej hodowli w podłożu MRS uzyskali związanie cholesterolu na poziomie od 11 do 71%.

Tabela 1

Zawartość cholesterolu w bulionie MRS i w soku jelitowym, poddanych działaniu *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, w zależności od stopnia zagęszczenia biomasy (wartości średnie i SD).

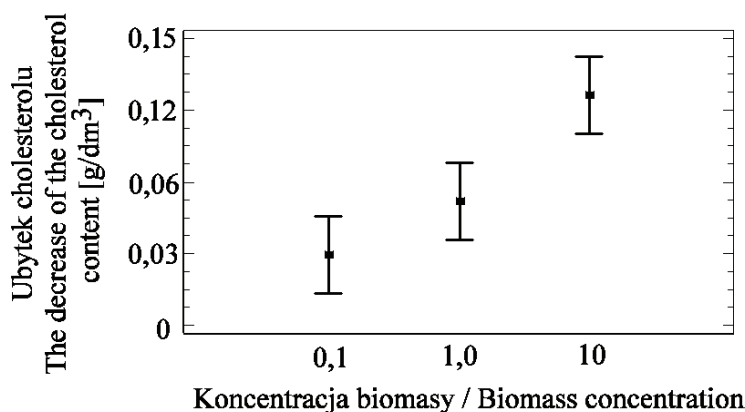
The cholesterol content in MRS broth and in intestinal juice, treated by *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* depending on the degree of biomass concentration (means and SD).

Stopień zagęszczenia biomasy Degree of biomass concentration	Bulion MRS / MRS Broth				Sok Jelitowy / Intestinal Juice			
	Początkowa zawartość cholesterolu Initial cholesterol concentration [g/dm ³]		Końcowa zawartość cholesterolu Final cholesterol concentration [g/dm ³]		Początkowa zawartość cholesterolu Initial cholesterol concentration [g/dm ³]		Końcowa zawartość cholesterolu Final cholesterol concentration [g/dm ³]	
10x	1,00	±0,139	0,88	±0,123	1,02	±0,156	0,89	±0,154
1x	1,00	±0,139	0,93	±0,132	1,02	±0,156	0,96	±0,155
0,1x	1,00	±0,139	0,97	±0,134	1,02	±0,156	0,98	±0,176

W tab. 1. przedstawiono średnie wyniki zawartości cholesterolu na początku i po zakończeniu hodowli *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* w modelowym soku jelitowym oraz w bulionie MRS, w zależności od stopnia zagęszczenia biomasy. Stwierdzono, że w miarę zmniejszania koncentracji biomasy komórkowej malała również ilość usuniętego cholesterolu, co wydaje się logiczne i zgodne z piśmiennictwem [26]. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała jednak brak ścisłej zależności między stopniem zagęszczenia biomasy i stopniem związania cholesterolu, co wydaje się zaskakujące (rys. 1).

Należało oczekiwać wyraźnej korelacji między liczbą komórek bakteryjnych i ilością cholesterolu usuwanego z podłoża [4, 9, 11, 25]. Tymczasem biomasa 10-krotnie zagęszczona wiązała tylko około 2-krotnie więcej cholesterolu niż biomasa o 1-krotnym stopniu zagęszczenia (rys. 1). Ponadto, nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy pomiędzy ilością cholesterolu usuniętego przez biomasę o 1-krotnym i biomasę 0,1-krotnym stopniu zagęszczenia, niezależnie od zastosowanego podłoża.

W modelowym soku jelitowym biomasy o 1-krotnym i 0,1-krotnym stopniu koncentracji komórek usunęły średnio, odpowiednio, $0,066 \pm 0,022$ i $0,043 \pm 0,027$ g/dm³ cholesterolu. Natomiast w bulionie MRS te same biomasy badanych pałeczek kwasu mlekowego usunęły średnio, odpowiednio, $0,069 \pm 0,019$ i $0,030 \pm 0,025$ g/dm³ cholesterolu. Pewnym wytłumaczeniem braku różnic w wiązaniu cholesterolu między różnymi zagęszczeniami biomasy może być fakt, że pewną zdolność wiązania cholesterolu wykazują także martwe komórki bakteryjne [9, 14, 15, 16, 19, 23].



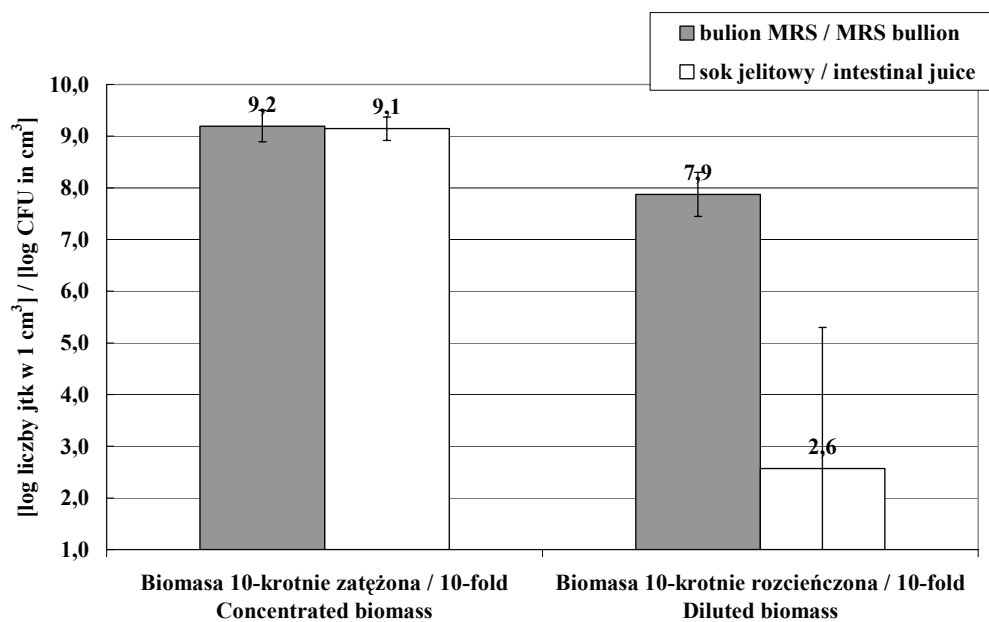
Rys. 1. Wpływ koncentracji biomasy *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* na wartość usuniętego cholesterolu (wartości średnie i NIR).

Fig. 1. The influence of the biomass concentration of *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* on the decrease of cholesterol content (mean values and NIR).

Analiza statystyczna uzyskanych wyników potwierdziła, że wartość wiązania cholesterolu nie zależała od jego początkowego stężenia w próbce ($p = 0,5207$) ani od rodzaju podłoża ($p = 0,6767$). Wynika z tego, że w modelowym soku jelitowym badane kultury pałeczek kwasu mlekowego wiązały dokładnie tyle samo cholesterolu, co w podłożu kontrolnym (rys. 1). Zgodnie z danymi piśmiennictwa, w modelowym soku jelitowym należało oczekiwać ubytku cholesterolu większego niż w bulionie MRS, spowodowanego częściową koprecypitacją tego związku z kwasami żółciowymi, co jest szeroko opisywane w literaturze. W wielu badaniach *in vitro*, w których do podłoża są dodawane sole żółciowe, obserwuje się koprecypitację cholesterolu z kwasami żółciowymi uwolnionymi podczas hydrolizy soli żółciowych [5, 12]. Hydroliza taka jest katalizowana przez hydrolazę soli żółciowych (BSH), enzym wytwarzany przez wiele rodzajów bakterii mlekowych, szczególnie tych pochodzenia jelitowego. Jak wynika z piśmiennictwa, koprecypitacja cholesterolu z kwasami żółciowymi zachodzi tylko w przypadku, gdy wartość pH wynosi poniżej 5,5. Wytrącanie ustaje w środowisku o pH równym lub wyższym od około 6,0 [12]. Oznacza to, że kwasowość mode-

lowego soku jelitowego, zastosowanego w niniejszej pracy, może być wytłumaczeniem uzyskanych wartości wiązania cholesterolu w tym podłożu przez kultury *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

Doświadczenia wykazały, że na przeżywalność testowanych kultur w środowisku modelowego soku jelitowego wpływa stopień koncentracji komórek w biomasie. Kultury *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* w 10-krotnie zatężonej biomacie, podczas hodowli w modelowym soku jelitowym przeżywały słabiej w porównaniu z hodowlą w bulionie MRS. Natomiast w przypadku 0,1-krotnie skoncentrowanej biomasy, liczba komórek znacznie zmniejszyła się w porównaniu z hodowlą w bulionie MRS (rys. 2). Zapewne 10-krotnie zagęszczona biomasa buforowała środowisko modelowego soku jelitowego i zmniejszyła jego niekorzystny wpływ. Bardzo istotne znaczenie ma również fakt, że hodowla była prowadzona przez 5 godz. W tym czasie biomasa komórkowa w podłożach kontrolnych nie zdążyła się namnożyć, zaś w modelowym soku jelitowym wykazała jeszcze przeżywalność (rys. 2). Prawdopodobnie, gdyby hodowla trwała 24 godz. otrzymane wyniki byłyby bardziej zróżnicowane. Być może biomasa w podłożu kontrolnym zdążyłaby się namnożyć i związać więcej cholesterolu, zaś żywotność komórek w biomacie w modelowym soku jelitowym zapewne wykazałaby całkowicie znikomą przeżywalność i stwierdzono by małe usunięcie cholesterolu.



Rys. 2. Liczba *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* po 5-godzinnej hodowli w podłożu kontrolnym (bulionie MRS) i w modelowym soku jelitowym (wartości średnie i odchylenia standardowe).

Fig. 2. The number of *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* after 5 h incubation in control broth (MRS broth) and artificial intestinal juice (mean values and SD).

W literaturze naukowej przedstawiane są badania potwierdzające zdolność bakterii rodzaju *Lactobacillus* do przeżywania w warunkach *in vivo* w przewodzie pokarmowym ludzi [18, 24, 27, 28]. Szczep *Lb. casei* był wykrywany w końcowej części przewodu pokarmowego ludzi, którzy spożywali mleko fermentowane przez ten szczep pałeczek mlekowych. Przeżywalność w początkowej części jelita cienkiego wyniosła 51,2%, a w końcowej części przewodu pokarmowego obniżyła się do 28% [20]. Piśmiennictwo podaje także o zdolności rodzaju *Lactobacillus* do redukcji poziomu cholesterolu w warunkach *in vivo*. Potwierdzeniem są badania Andersona i Gillilanda [1], którzy dowiedli, że *Lb. acidophilus* podawany wraz z mlecznymi napojami fermentowanymi może obniżać poziom cholesterolu w surowicy krwi ludzi. Również Gilliland i wsp. [6] potwierdzili zdolność do redukcji poziomu cholesterolu przez szczep *Lb. acidophilus* RP32. W swoim doświadczeniu badacze ci wykazali niższy poziom cholesterolu w surowicy krwi świń karmionych dietą wysoko cholesterolową w porównaniu z grupą, która nie miała podawanego szczepu *Lb. acidophilus* RP32.

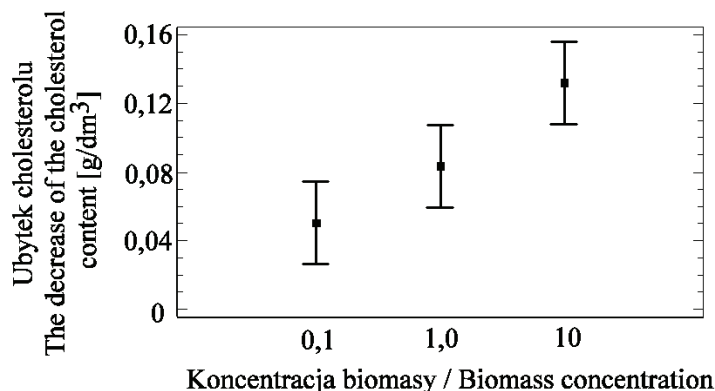
Tabela 2

Zawartość cholesterolu w bulionie MRS i w soku jelitowym, poddanych działaniu *S. salivarius* subsp. *thermophilus*, w zależności od stopnia zagęszczenia biomasy (wartości średnie i SD).
The cholesterol content in MRS broth and in intestinal juice, treated by *S. salivarius* subsp. *thermophilus* depending on the degree of biomass concentration (means and SD).

Stopień zagęszczenia biomasy Degree of biomass concentration	Bulion M17 / MRS Broth				Sok Jelitowy / Intestinal Juice			
	Początkowa zawartość cholesterolu Initial cholesterol concentration [g/dm ³]		Końcowa zawartość cholesterolu Final cholesterol concentration [g/dm ³]		Początkowa zawartość cholesterolu Initial cholesterol concentration [g/dm ³]		Końcowa zawartość cholesterolu Final cholesterol concentration [g/dm ³]	
10x	1,00	±0,186	0,88	±0,185	1,05	±0,167	0,91	±0,167
1x	1,00	±0,186	0,92	±0,186	1,05	±0,167	0,97	±0,173
0,1x	1,00	±0,186	0,95	±0,188	1,05	±0,167	1,01	±0,163

W przypadku kultur *S. salivarius* subsp. *thermophilus*, badanych w niniejszej pracy, stwierdzono podobną zależność pomiędzy stopniem zagęszczenia biomasy i ilością związanego cholesterolu, jaką zaobserwowano u *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (tab. 2). Ilość cholesterolu związana przez biomasę 10-krotnie zatężoną była prawie 2-krotnie wyższa od ilości cholesterolu związanej przez biomasę o 1-krotnej koncentracji komórek (tab. 2). Kultury *S. salivarius* subsp. *thermophilus* o 10-krotnym stopniu koncentracji komórek wiązały cholesterol na poziomie średnio $0,139 \pm 0,029$ i $0,119 \pm 0,027$ g/dm³, odpowiednio z modelowego soku jelitowego i bulionu M17. Natomiast biomasę o 1-krotnym stopniu koncentracji komórek wiązała, odpowiednio, średnio

0,080 ± 0,029 i 0,080 ± 0,034 g/dm³. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic pomiędzy ilością cholesterolu związaną przez biomasę o 1-krotnej i biomasę o 0,1-krotnej koncentracji komórek, niezależnie od tego, jakie było wyjściowe stężenie cholesterolu ($p = 0,0579$). Biomasa o 0,1-krotnym stopniu koncentracji komórek wiązała, odpowiednio, średnio 0,044 ± 0,025 i 0,052 ± 0,046 g/dm³. Podobnie, jak w odniesieniu do kultur *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, nie zaobserwowano istotnych różnic w usuwaniu cholesterolu z modelowego soku jelitowego i podłoża kontrolnego ($p = 0,9085$; rys. 3). Dla porównania, Raś i wsp. [22], badając różne bakterie kwasu mlekowego, uzyskali w przypadku *S. salivarius* subsp. *thermophilus* zwiążanie cholesterolu na poziomie 69 i 59 µg cholesterolu/cm³ podłoża hodowlanego. Cytowani badacze nie oznaczali wiązania cholesterolu przez omawiane bakterie w modelowym soku jelitowym.

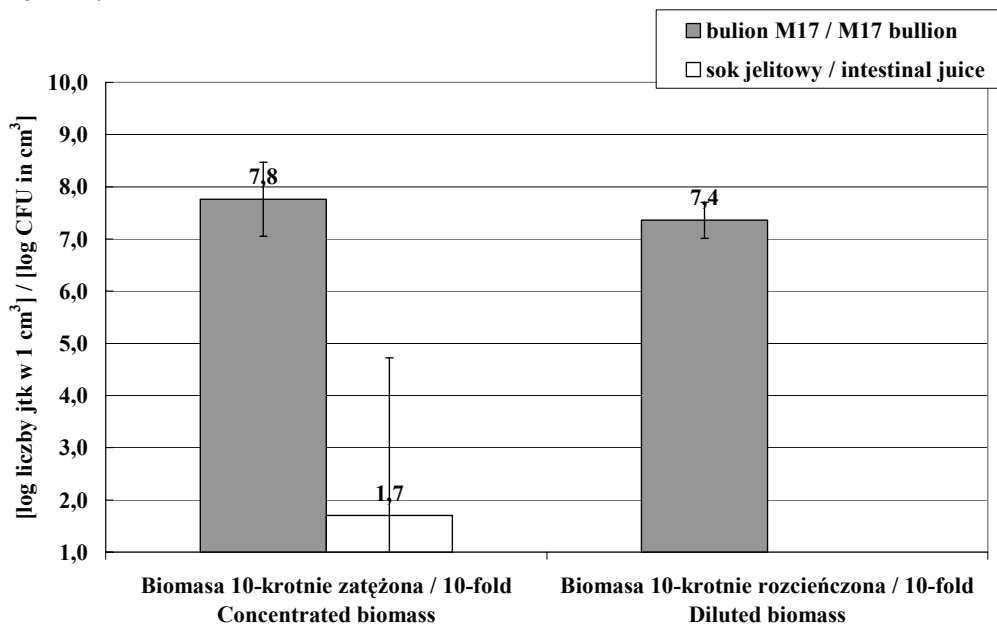


Rys. 3. Wpływ koncentracji biomasy *S. salivarius* subsp. *thermophilus* na wartość usuniętego cholesterolu (wartości średnie i NIR).

Fig. 3. The influence of the biomass concentration of *S. salivarius* subsp. *thermophilus* on the decrease of cholesterol content (mean values and NIR).

Jak przedstawiono na rys. 4, w niniejszej pracy nie zaobserwowano przeżywalności *S. salivarius* subsp. *thermophilus* w modelowym soku jelitowym. Wyniki przeżywalności w zastosowanych warunkach mogą być spowodowane m.in. tym, że *S. salivarius* subsp. *thermophilus* nie występuje naturalnie w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt, więc bakterie te nie mają naturalnej oporności na warunki soku jelitowego [10]. Badania, które dowodzą, że niektóre *S. salivarius* subsp. *thermophilus* potrafią jednak przeżywać w ludzkim przewodzie pokarmowym przeprowadzili Elli i wsp. [3]. Badacze podawali grupie 20 ochotników jogurt zawierający żywe komórki bakterii mlekowych. W końcowej części przewodu pokarmowego oraz w kale pobieranym od ochotników wykrywano żywe komórki *S. salivarius* subsp. *thermophilus* i *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Można przypuszczać, że przeżywalność pałeczek i pa-

ciorkowców mlekowych w układzie pokarmowym człowieka jest uzależniona od indywidualnych cech szczepów tych bakterii i nie jest właściwością całych gatunków. Zjawisko wiązania cholesterolu przez *S. salivarius* subsp. *thermophilus* w modelowym soku jelitowym, przy jednoczesnej bardzo niskiej przeżywalności, można tłumaczyć spostrzeżeniami Lina i Chena [13]. Doszli oni do wniosku, że w warunkach *in vivo*, hipocholesterolemiczna zdolność bakterii będzie się objawiać przez asymilację cholesterolu do błony komórkowej lub poprzez fizyczne związanie (adsorpcję) cząsteczek cholesterolu do powierzchni ściany komórkowej. Jednocześnie zwrócili uwagę na fakt, że koprecypitacja cholesterolu z kwasami żółciowymi nie będzie wpływać na zmniejszenie poziomu cholesterolu w przewodzie pokarmowym, ponieważ w jelicie cienkim pH jest wyższe od 6,0.



Rys. 4. Liczba *S. salivarius* subsp. *thermophilus* po 5-godzinnej hodowli w podłożu kontrolnym (bulionie M17) i w modelowym soku jelitowym (wartości średnie i odchylenia standardowe).

Fig. 4. The number of *S. salivarius* subsp. *thermophilus* after 5 h incubation in control broth (M17 broth) and artificial intestinal juice (means and SD).

Można stwierdzić, że w warunkach doświadczalnych zastosowanych w niniejszej pracy, kultury *S. salivarius* subsp. *thermophilus* i *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* usuwały cholesterol z modelowego soku jelitowego głównie na zasadzie fizycznego wiązania do ściany komórkowej badanych paciorkowców mlekowych. Świadczyć o tym może stwierdzony brak różnicy pomiędzy stopniem związania cholesterolu w modelowym soku jelitowym i w podłożu kontrolnym przez te bakterie, a także jed-

nocześnie wykazana niska ich przeżywalność w modelowym soku jelitowym w porównaniu z podłożem kontrolnym.

Interpolując wyniki niniejszych badań na warunki *in vitro*, należy pamiętać o tym, że hipocholesterolemiczne działanie probiotyków może również polegać na wpływie na pasaż treści pokarmowej przez jelita, a także wchłanianie egzogenego cholesterolu i jelitowo-wątrobowy obieg kwasów żółciowych.

Wnioski

1. Bakterie jogurtowe *S. salivarius* subsp. *thermophilus* i *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* mają zdolność do wiązania cholesterolu w modelowym soku jelitowym w stopniu podobnym, jak w podłożach hodowlanych podczas 5-godzinnej hodowli.
2. W zastosowanych warunkach doświadczalnych, 10-krotne zagęszczenie biomasy komórek bakteryjnych prowadzi do co najwyżej 2-krotnego wzrostu ilości cholesterolu usuniętego ze środowiska.
3. Kultury *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* lepiej przeżywają w środowisku modelowego soku jelitowego niż kultury *S. salivarius* subsp. *thermophilus*.
4. Brak zależności pomiędzy przeżywalnością bakterii jogurtowych i stopniem wiązania cholesterolu wskazuje na dominację mechanizmu fizycznego wiązania cholesterolu (adhezji) nad mechanizmem jego wbudowywania w błony komórkowe bakterii.

Literatura

- [1] Anderson J.W., Gilliland E.: Effect of fermented milk (yogurt) containing *Lactobacillus acidophilus* L1 on serum cholesterol in hypercholesterolemic humans. *J. Am. Coll. Nutr.*, 1999, **18**, 43-50.
- [2] Buck L.M., Gilliland E.: Comparisons of freshly isolated strains of *Lactobacillus acidophilus* of human intestinal origin for ability to assimilate cholesterol during growth. *J. Dairy Sci.*, 1994, **77**, 2925-2933.
- [3] Elli M., Callegari M.L., Ferrari S., Bessi E., Cattivelli D., Soldi S., Morelli L., Feuillerat N.G., Antoine J.M.: Survival of yoghurt bacteria in human gut. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2006, **7**, 5113-5117.
- [4] Dambekodi P.C., Gilliland E.: Incorporation of cholesterol into the cellular membrane of *Bifidobacterium longum*. *J. Dairy Sci.*, 1998, **81**, 1818-1824.
- [5] De Smet I., Van Hoorde L., De Saeyer N., Woestyne V.M., Verstraete W.: *In vitro* study of bile salt hydrolase (BSH) activity of BSH isogenic *Lactobacillus plantarum* 80 strains and estimation of cholesterol lowering through enhanced BSH activity. *Microb. Ecol. Health Dis.*, 1994, **7**, 315-329.
- [6] Gilliland E., Nelson C.R., Maxwell C.: Assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1985, **49**, 377-381.
- [7] Gilliland E., Walker D.K.: Factors to consider when selecting a culture of *Lactobacillus acidophilus* as a dietary adjunct to produce a hypocholesterolemic effect in humans. *J. Dairy Sci.*, 1989, **73**, 905-911.
- [8] Grill J.P., Cayuela C., Antoine J.M., Schneider F.: Effects of *Lactobacillus amylovorus* and *Bifidobacterium breve* on cholesterol. *Lett. Appl. Microbiol.*, 2000, **31**, 154-156.

- [9] Hosono A., Tono-oka T.: Binding of cholesterol with lactic acid bacterial cells. *Milchwissenschaft*, 1995, **50**, 556-559.
- [10] Kailasapathy K., Chin J.: Survival and therapeutic potential of probiotic organism with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. *Immun. Cell Biol.*, 2000, **78**, 80-88.
- [11] Kimoto H., Ohmomo S., Okamoto T.: Cholesterol removal from media by lactococci. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85**, 3182-3188.
- [12] Klaver F.A.M., van der Meer R.: The assumed assimilation of cholesterol by *Lactobacilli* and *Bifidobacterium bifidum* is due to their bile salt-deconjugating activity. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1993, **59**, 1120-1124.
- [13] Lin M.Y., Chen T.W.: Reduction of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus* in culture broth. *J. Food Drug. Anal.*, 2000, **8**, 97-102.
- [14] Liong M.T., Shah N.P.: Acid and bile tolerance and cholesterol removal ability of lactobacilli strains. *J. Dairy Sci.*, 2005, **88**, 55-66.
- [15] Liong M.T., Shah N.P.: Bile salt deconjugation ability, bile salt hydrolase activity and cholesterol co-precipitation ability of lactobacilli strains. *Int. Dairy J.*, 2005, **15**, 391-398.
- [16] Liong M.T., Shah N.P.: Bile salt deconjugation and BSH activity of five bifidobacterial strains and their cholesterol co-precipitating properties. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 135-142.
- [17] Marteau P., Minekus M., Havenaar R., Huis in't Veld J.H.: Survival of lactic acid bacteria in a dynamic model of the stomach and small intestine: validation and the effects of bile. *J. Dairy Sci.*, 1997, **80**, 1031-1037.
- [18] Moser A., Savage D.C.: Bile salt hydrolase activity and resistance to toxicity of conjugated bile salts are unrelated properties in lactobacilli. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2001, **67**, 3476-3480.
- [19] Noh D.O., Kim H., Gilliland E.: Incorporation of cholesterol into the cellular membrane of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 43121. *J. Dairy Sci.*, 1997, **80**, 3107-3113.
- [20] Oozeer R., Leplingard A., Mater D., Mogenet A., Michelin R., Seksek I., Marteau P., Dors. E J., Bresson J. L., Corthier G.: Survival of *Lactobacillus casei* in human digestive tract after consumption of fermented milk. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2006, **8**, 5615-5617.
- [21] Pereira D.I.A., Gibson G.R.: Cholesterol assimilation by lactic acid bacteria and bifidobacteria isolated from the human gut. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2002, **68**, 4689-4693.
- [22] Rašić J.L., Vujičić I.F., Škringer M., Vulić M.: Assimilation of cholesterol by some culture of lactic acid bacteria and bifidobacteria. *Biotechnol. Lett.*, 1992, **14**, 39-44.
- [23] Tabuchi M., Tamura A., Yamada N., Ishida T., Hosoda M., Hosono A.: Hypocholesterolemic effects of viable and heat-sterilized cells of *Lactobacillus* GG in rats fed a high-cholesterol diet. *Milchwissenschaft*, 2004, **59**, 249-253.
- [24] Taranto M.P., Sesma F., de Ruiz Holgado A. P., de Valdez G.F.: Bile salts hydrolase plays a key role on cholesterol removal by *Lactobacillus reuteri*. *Biotechnol. Lett.*, 1997, **19**, 845-847.
- [25] Taranto M.P., Fernandez Murga M.L., Lorca G., De Valdez G.F.: Bile salts and cholesterol induce changes in the lipid cell membrane of *Lactobacillus reuteri*. *J. Appl. Microbiol.*, 2003, **95**, 86-91.
- [26] Usman B., Hosono A.: Binding of cholesterol the cells and peptidoglycan of *Lactobacillus gasseri*. *Milchwissenschaft*, 1999, **54**, 495 - 498.
- [27] Ziarno M.: Mechanizmy obniżania poziomu cholesterolu przez bakterie z rodzaju *Lactobacillus*. *Żyw. Człow. Metab.*, 2004, **31**, 172-180.
- [28] Ziarno M.: Znaczenie aktywności hydrolazy soli żółci u bakterii z rodzaju *Lactobacillus*. *Post. Mikrobiol.*, 2004, **43**, 285-296.

THE CHOLESTEROL BINDING BY YOGHURT BACTERIA IN SIMULATED INTESTINAL JUICE

S u m m a r y

The aim of this study was to determinate the ability of yoghurt bacteria *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* to remove cholesterol from intestinal juice, which simulated gastro-intestinal track. The degree of the cholesterol level reduction depends on the biomass concentration and the repetition of trial, but not on the type of culture media. The highest average uptake of cholesterol during 5 hours culture in intestinal juice was obtained for 10-fold concentrated biomasses of *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ($0.129 \pm 0.044 \text{ g/dm}^3$) or *S. salivarius* subsp. *thermophilus* ($0.139 \pm 0.029 \text{ g/dm}^3$). From intestinal juice biomass of 1-fold concentration of *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *S. salivarius* subsp. *thermophilus* cells removed $0.066 \pm 0.022 \text{ g/dm}^3$ and $0.080 \pm 0.029 \text{ g/dm}^3$ of cholesterol, respectively. The amount of cholesterol removed by 0.1-fold concentrated biomass did not differ statistically significant from the amount of cholesterol removed by 1-fold concentrated biomass. The survival of yoghurt bacteria in intestinal juice during 5 hours grow was investigated. *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* survived better than *S. salivarius* subsp. *thermophilus* in simulated intestinal juice.

Key words: cholesterol assimilation, yoghurt bacteria, survival of bacteria, cholesterol, simulated gastric juice ☒

GRAŻYNA MORKIS

ZAKRES WDROŻENIA GHP, GMP I HACCP W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM W 2006 ROKU

Streszczenie

W Polsce, podobnie jak w krajach Unii Europejskiej, wprowadzono regulacje prawne dotyczące produkcji i obrotu żywnością, w tym także unormowania prawne wprowadzające obowiązek wdrożenia i stosowania niektórych systemów zarządzania jakością. Przy produkcji i obrocie żywnością obowiązkowe jest stosowanie w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego GHP, GMP i HACCP. Po 26 miesiącach od wstąpienia Polski do Unii Europejskiej nastąpił wzrost o 151% liczby przedsiębiorstw stosujących GHP, o 158% GMP i HACCP. W 2006 r. GHP była stosowana w 77% ogółu przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego, GMP w 74%, a system HACCP w 42%.

Słowa kluczowe: system zapewnienia jakości, Dobra Praktyka Higieniczna (GHP), Dobra Praktyka Produkcyjna (GMP), system HACCP, przemysł spożywczy

Wprowadzenie

W Polsce, podobnie jak w innych krajach Unii Europejskiej, obowiązują regulacje prawne dotyczące produkcji i obrotu żywnością, w tym także unormowania prawne wprowadzające obowiązek wdrożenia i stosowania niektórych systemów zarządzania jakością [2, 3, 4, 7, 8, 13, 15, 16]. Do obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego należą: Dobra Praktyka Higieniczna (GHP), Dobra Praktyka Produkcyjna (GMP) oraz System Analizy Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontrolnych (HACCP).

Wdrożenie i stosowanie Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej w przedsiębiorstwach zajmujących się produkcją i/lub obrotem żywności obowiązuje od 20 lipca 2000 r. (rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 lutego 2000 r. w sprawie warunków oraz zasad przestrzegania higieny przy produkcji i obrocie środkami spożywczymi i substancjami dozwolonymi [9]), a od 1 maja 2004 r. także wdrożenie systemu HACCP (ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o warunkach zdrowotnych żyw-

ności i żywienia – wraz z późniejszymi zmianami [17]). Obowiązująca od 28 października ustawa z dn. 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia [18] wprowadziła sankcje m.in. za nie wdrażanie w przedsiębiorstwie systemu HACCP.

Od dnia wejścia Polski do UE (1 maja 2004 r.) obowiązują w Polsce również unijne akty prawne, w tym m.in. rozporządzenie Nr 178/2002/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności i ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności [10]. Natomiast od 1 stycznia 2006 r. weszło w życie Rozporządzenie Nr 852/2004/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych, ustanawiające ogólne zasady dla przedsiębiorstw sektora spożywczego w zakresie higieny środków spożywczych [11] oraz rozporządzenie Nr 853/2004/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego [12].

Prowadzenie monitoringu stanu wdrożenia obligatoryjnych i nieobligatoryjnych systemów zarządzania jakością w działających w Polsce przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego po roku integracji z UE jest od 2005 r. celem zadania Planu Wieloletniego pt.: „Monitorowanie efektów ekonomicznych rozwoju systemów zapewnienia jakości i ich wpływu na konkurencyjność polskiej gospodarki żywnościowej”, realizowanego w Instytucie Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie [5, 6].

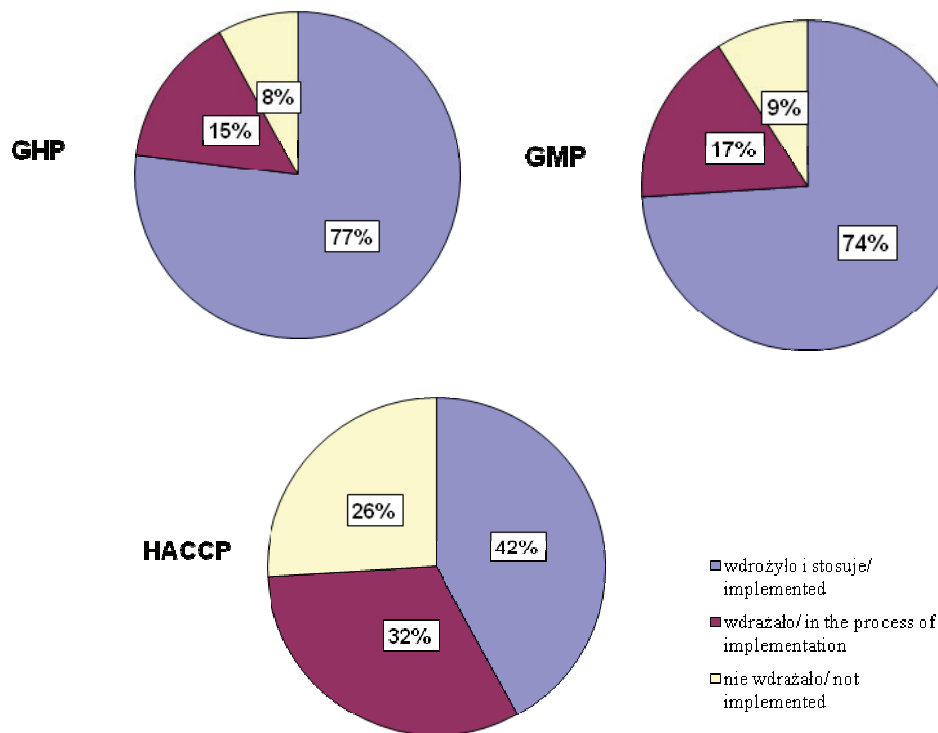
Zakres i metody badań

Do monitorowania stanu wdrożenia i wdrażania obligatoryjnych systemów zapewnienia jakości zastosowano m.in. metodę ankietową. Przeprowadzono badania ankietowe w Państwowej Inspekcji Sanitarnej na temat liczby przedsiębiorstw branży mięsnej, rybnej i mleczarskiej, które wdrożyły GHP, GMP i HACCP oraz wdrażały te systemy wg stanu przed 1 maja 2004 r. oraz wg stanu na 1 maja 2005 r. i 1 sierpnia 2006 r. w 16 województwach oraz w Inspekcji Weterynaryjnej na temat liczby przedsiębiorstw branży cukrowniczej, cukierniczej, piwowarskiej, alkoholowej, winiarskiej, makaronowej, owocowo-warzywnej, zbożowej, piekarskiej, tłuszczowo-olejarskiej, wód mineralnych oraz przetwórstwa kawy i herbaty, które wdrożyły GHP, GMP i HACCP oraz wdrażały te systemy wg stanu przed 1 maja 2004 r. oraz wg stanu na 1 maja 2005 r. i 1 sierpnia 2006 r. w 16 województwach.

Wyniki i ich omówienie

Wejście Polski w struktury Unii Europejskiej miało istotny wpływ na stan wdrożenia i wdrażania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w przemyśle spożywczym. Od 1 maja 2004 r. do 1 sierpnia 2006 r. znacznie wzrosła liczba przedsię-

biorstw przemysłu spożywczego stosujących obligatoryjne systemy zarządzania jakością (rys. 1). W 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia) Dobra Praktyka Higieniczna była wdrożona i stosowana w 77% przedsiębiorstw przemysłu spożywczego, a 15% wdrażało GHP. Natomiast 8% firm spożywczych nie podjęło działań mających na celu wdrożenie Dobrej Praktyki Higienicznej, której stosowanie obowiązkowe jest od 2000 r. Dobra Praktyka Produkcyjna była wdrożona i stosowana w 2006 r. (stan z 1 sierpnia) w 74% przedsiębiorstw przemysłu spożywczego, a 17% wdrażało GMP. Natomiast około 9% firm spożywczych nie podjęło jeszcze działań mających na celu wdrożenie Dobrej Praktyki Produkcyjnej, której stosowanie obowiązkowe jest od 2000 r. System HACCP był wdrożony i stosowany w 2006 roku (stan z 1 sierpnia) tylko w 42% przedsiębiorstw przemysłu spożywczego zaś 32% wdrażało ten system. Natomiast 26% firm spożywczych nie podjęło jeszcze działań mających na celu wdrożenie systemu HACCP, którego stosowanie obowiązkowe jest od 1 maja 2004 r.



Rys. 1. Stopień wdrożenia Dobrej Praktyki Higienicznej, Dobrej Praktyki Produkcyjnej i systemu HACCP w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego w 2006 r. [%].

Fig. 1. Level of implementation of GHP, GMP and HACCP in the Polish food industry 2006 [%].

Źródło: / Source: Obliczenia własne na podstawie niepublikowanych danych GUS, Państwowej Inspekcji Sanitarnej i Inspekcji Weterynaryjnej. / Own calculations on the basis of the, as yet, unpublished Central Statistical Office data, Chief Sanitary Inspectorate, Veterinary Inspectorate.

W 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia), w porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r., wzrosła o około 151% liczba przedsiębiorstw przemysłu spożywczego stosujących Dobrą Praktykę Higieniczną. Szczególnie dużą dynamikę wdrożeń GHP odnotowano w przedsiębiorstwach przemysłu: piekarskiego – wzrost o 330%; makaronowego – wzrost o 197%; winiarskiego – wzrost o 127%; wód mineralnych i napojów bezalkoholowych – wzrost o 125%; napojów spirytusowych – wzrost o 123%; owocowo-warzywnego – wzrost o 109%. W tym czasie niewielki wzrost odnotowano w przedsiębiorstwach branży mleczarskiej (o 21%), olejarsko-tłuszczowej (o 38%), mięsnej (o 47%), rybnej (o 48%) oraz przetwórstwa kawy i herbaty (o 59%), bowiem w tych branżach procesy wdrażania i stosowania GHP rozpoczęły się jeszcze przed 2004 r. Wzrosła również o ok. 158% liczba przedsiębiorstw przemysłu spożywczego stosujących Dobrą Praktykę Produkcyjną. W 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia), w porównaniu ze stanem przed przystąpieniem Polski do UE, największy wzrost nastąpił w takich branżach, jak: piekarska – wzrost o 372%; makaronowa – wzrost o 194%; winiarska – wzrost o 150%; wód mineralnych i napojów bezalkoholowych – wzrost o 148%; napojów spirytusowych – wzrost o 123%; owocowo-warzywna – wzrost o 110%. Najmniej wzrosła liczba przedsiębiorstw mleczarskich (o 23%), rybnych (o 50%), mięsnych (o 51%) oraz przetwórstwa kawy i herbaty (o 58%), które wdrożyły w tym okresie system Dobrej Praktyki Produkcyjnej. Wiele przedsiębiorstw tych branż już w latach 90. ubiegłego wieku oraz na początku bieżącej dekady wdrożyło GMP, dostosowując się do wymagań prawnych i oczekiwań konsumentów. W okresie od wejścia Polski do UE do 1 sierpnia 2006 r. zwiększyła się o 158% liczba przedsiębiorstw przemysłu spożywczego stosujących system HACCP. Duży wzrost liczby przedsiębiorstw stosujących ten system odnotowano w następujących branżach: piekarska – o 447%; mięsna – o 186%; rybna – o 159%; makaronowa – o 136%; cukiernicza – o 115%; zbożowa – o 112%; owocowo-warzywna – o 100%; napojów spirytusowych – o 100%; winiarska – o 100%. Stosunkowo najmniej wzrosła liczba przedsiębiorstw, które wdrożyły w tym okresie system HACCP w przemyśle wód mineralnych (o 97%), przetwórstwa kawy i herbaty (o 93%), mleczarskim (o 86%), cukrowniczym (o 65%), piwowarskim (o 64%), olejarsko-tłuszczowym (o 56%). Znaczny wzrost liczby przedsiębiorstw mięsnych i rybnych, które wdrożyły system HACCP dopiero po 1 maja 2004 r. wynikał z faktu, że przedsiębiorstwa te uzyskały wcześniej prawo do okresu przejściowego na dostosowanie się do wymogów HACCP. Zdecydowanie wyższą dynamikę wdrożeń obligatoryjnych systemów zarządzania jakością odnotowano w przedsiębiorstwach małych, bowiem wzrost ten był trzykrotny w przypadku GHP, GMP i czterokrotny – HACCP. W przedsiębiorstwach średnich liczba przedsiębiorstw stosujących GHP/GMP w 2006 r. wzrosła o 65%, a HACCP o 78%. W dużych przedsiębiorstwach odnotowano niewielkie zmiany, bo o 15%.

Nie ma prawnego obowiązku uzyskiwania certyfikatu na wdrożony i stosowany w przedsiębiorstwie system HACCP, a posiadanie certyfikatu jest zabiegiem przede wszystkim marketingowym. Uzyskanie takiego certyfikatu jest potwierdzeniem jednostki niezależnej, że wdrożony system HACCP funkcjonuje w przedsiębiorstwie zgodnie z wymaganiami Codex Alimentarius [1]. Z danych uzyskanych z firm certyfikujących (PCBC i ZSJiZ) wynika, że w 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia) 105 firm posiadało aktualny certyfikat na wdrożony system HACCP, co stanowi około 1% ogółu przedsiębiorstw przemysłu spożywczego. W tej grupie były następujące przedsiębiorstwa: 17 mięsnych, 3 rybne, 17 mleczarskich, 14 owocowo-warzywnych, 10 zbożowo-młynarskich, 4 paszowe, 8 piekarskich, 10 cukierniczych, 4 makaronowe, 2 przetwórstwa kawy i herbaty, 1 napojów spirytusowych, 1 winiarskie, 3 wód mineralnych i napojów bezalkoholowych, 11 pozostałych artykułów spożywczych.

W 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia) 84% przedsiębiorstw **branży mięsnej** działających w całym kraju miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną, a 79% system HACCP (rys. 2, 3 i 4). W dużych przedsiębiorstwach przemysłu mięsnego przystąpienie Polski do UE nie wpłynęło bardzo istotnie na zakres wdrożenia i stosowania Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej oraz HACCP. Po upływie roku od wejścia Polski do UE tylko o około 12-13% wzrosła liczba wszystkich dużych i średnich przedsiębiorstw mięsnych stosujących GHP i GMP, a o 28% system HACCP. Było to wynikiem m.in. podjęcia jeszcze w latach 90. ubiegłego wieku przez część przedsiębiorstw działań mających na celu dostosowanie się do polskich i unijnych wymagań sanitarno-weterynaryjnych. W 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia), w porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r., większa była o 47% liczba dużych i średnich firm, które wdrożyły i stosowały Dobrą Praktykę Higieniczną, o 51% Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 77% liczba firm stosujących system HACCP. Natomiast w okresie od 1 maja 2004 r. do 1 sierpnia 2006 r. nastąpiły istotne zmiany w zakresie wdrożenia obowiązkowych systemów zapewnienia bezpieczeństwa jakości, a szczególnie systemu HACCP w małych przedsiębiorstwach. Od 1 maja 2004 r. do 1 maja 2005 r. wzrosła o 65% liczba małych przedsiębiorstw stosujących GHP, o 76% GMP oraz o 440% HACCP. W 2006 r. (do 1 sierpnia) wzrost wdrożonych i stosowanych systemów w małych przedsiębiorstwach był jeszcze wyższy. Liczba małych firm mięsnych stosujących GHP wzrosła o 116%, GMP o 135% oraz HACCP aż o 768%.

Przystąpienie Polski do UE nie wpłynęło początkowo na zakres wdrożenia i stosowania w **branży rybnej** Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej (rys. 2, 3 i 4). Zmiany między stanem przed 1 maja 2004 r. a 1 maja 2005 r. wynosiły około 1%. Było to wynikiem wcześniejszego podjęcia prac nad dostosowaniem firm przetwórstwa rybnego do wymagań sanitarno-higienicznych obowiązujących w Polsce oraz w Unii Europejskiej. Natomiast w 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia),

w porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r., o 48% wzrosła liczba przedsiębiorstw, które wdrożyły i stosowały Dobrą Praktykę Higieniczną i o 50% liczba przedsiębiorstw, które stosowały Dobrą Praktykę Produkcyjną. Wzrost wdrożeń GHP i GMP miał miejsce w przedsiębiorstwach małych (o 66%) oraz średnich (o 28%). Na zakres wdrożenia i stosowania w branży rybnej systemu HACCP wpływ miało m.in. przystąpienie Polski do UE, gdyż do 1 maja w 2005 r. o 72% wzrosła liczba przedsiębiorstw, które wdrożyły i stosowały ten system zarządzania jakością, a w 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia) była ona o 159% większa (w stosunku do stanu sprzed 1 maja 2004 r.). Największą dynamikę wdrożeń odnotowano w przedsiębiorstwach małych (o 353%), natomiast w przedsiębiorstwach średnich była ona zdecydowanie niższa (o 34%). W 2006 r. 87% przedsiębiorstw rybnych miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz system HACCP.

W **przemśle mleczarskim** wstąpienie Polski do UE nie wpłynęło istotnie na stan wdrożenia i stosowania Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej. Udział przedsiębiorstw stosujących GHP i GMP w pierwszym roku po wejściu do UE zwiększył się tylko o około 6-9%. Wynikało to z wcześniej rozpoczętych w tej branży, jeszcze przed 1 maja 2004 r., procesów wdrażania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością. Do sierpnia 2006 r., w porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r., większa o 21% była liczba przedsiębiorstw mleczarskich, które wdrożyły i stosowały Dobrą Praktykę Higieniczną i o 23% liczba przedsiębiorstw, które stosowały Dobrą Praktykę Produkcyjną. Wzrost wdrożeń GHP i GMP miał miejsce przede wszystkim w przedsiębiorstwach małych (odpowiednio o 37 i 42%), a znacznie mniejszy był w przedsiębiorstwach średnich (o 12 i 13%) i dużych (po 3%). Udział Polski w strukturach UE zaowocował wzrostem liczby przedsiębiorstw przemysłu mleczarskiego stosujących system HACCP. W porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r., o 45% więcej było firm mleczarskich, które w dniu 1 maja 2005 r. miały wdrożony system HACCP, a do 1 sierpnia 2006 r. liczba tych firm zwiększyła się o 86%. Największą dynamikę wdrożeń odnotowano w przedsiębiorstwach małych (o 195%). Natomiast zdecydowanie niższa była ona w przedsiębiorstwach średnich (o 54%) i dużych (o 11%).

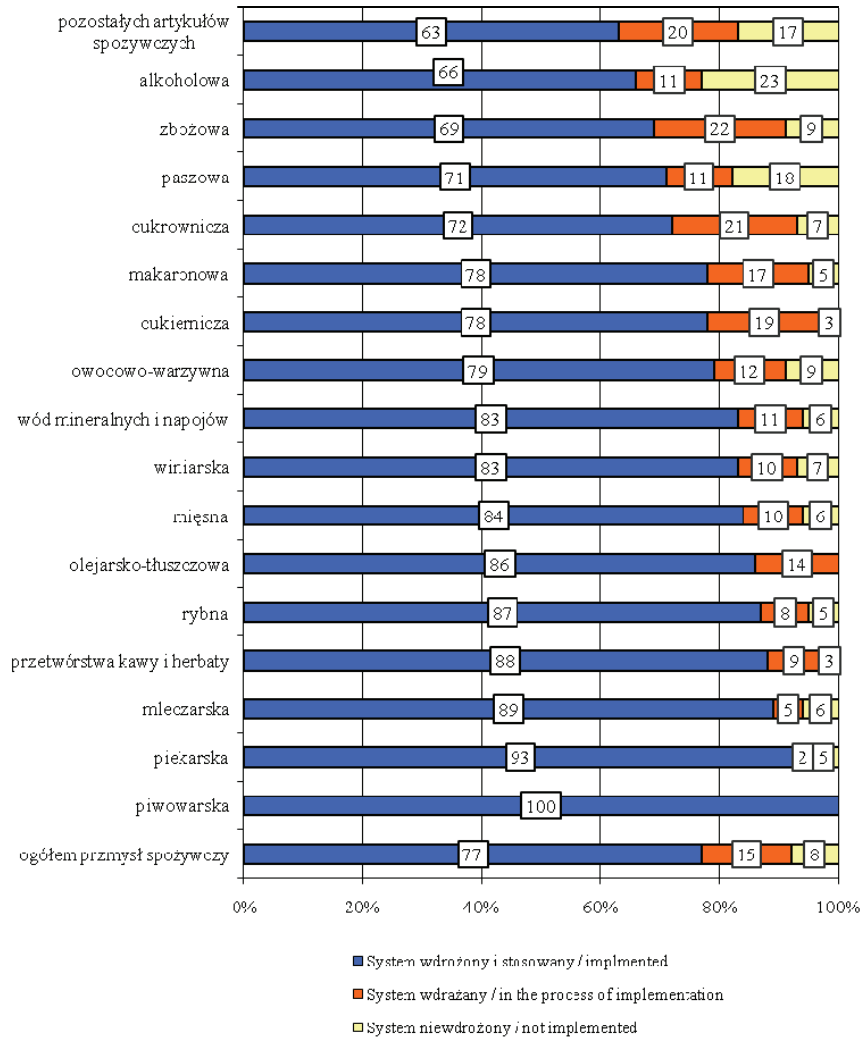
1 sierpnia 2006 r. około 71% przedsiębiorstw **branży paszowej** miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną, a 45% przedsiębiorstw paszowych stosowało system HACCP (rys. 2, 3 i 4). Procesy wdrażania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w 2006 r. miały miejsce przede wszystkim w małych przedsiębiorstwach oraz w kilku średnich.

Wstąpienie Polski do UE miało wpływ na stan wdrożenia i stosowania w **przemśle owocowo-warzywnym** wszystkich trzech obligatoryjnych systemów zarządzania jakością. Z monitoringu stanu wdrażania obligatoryjnych systemów w przemyśle owocowo-warzywnym wynika, o 109% większa była liczba przedsiębiorstw, które

wdrożyły i stosowały Dobrą Praktykę Higieniczną, o 110% liczba przedsiębiorstw, które stosowały Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 100% – liczba firm stosujących system HACCP. Od maja 2004 r. do sierpnia 2006 r. największy wzrost wdrożeń obowiązkowych systemów odnotowano w przedsiębiorstwach małych – o około 140% GHP i GMP oraz o 172% HACCP. Wzrost liczby wdrożeń w średnich przedsiębiorstwach wynosił 84-82% (GHP i GMP) oraz 71% (HACCP), a w przedsiębiorstwach dużych 67% (GHP i GMP) i 54% (HACCP). 1 sierpnia 2006 r. 79% przedsiębiorstw branży owocowo-warzywnej miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną, a 78% Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz 51% przedsiębiorstw owocowo-warzywnych stosowało system HACCP (rys. 2, 3 i 4).

1 sierpnia 2006 r. 86% przedsiębiorstw branży **olejarsko-tłuszczowej** miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną i 67% system HACCP. Wejście Polski do UE wpłynęło na stan wdrożenia obowiązkowych systemów zarządzania jakością w przemyśle olejarskim, bowiem w 2006 r. (w porównaniu z 1 maja 2004 r.) o 38% większa była liczba przedsiębiorstw stosujących Dobrą Praktykę Higieniczną, o 64% stosujących Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 56% więcej firm, które wdrożyły i stosowały system HACCP. Największy wzrost wdrożeń GHP i GMP odnotowano w przedsiębiorstwach małych, tj. o 133% oraz systemu HACCP w przedsiębiorstwach średnich, tj. wzrost o 125%. Wszystkie duże przedsiębiorstwa wdrożyły GHP, GMP i HACCP jeszcze przed 1 maja 2004 r. 1 sierpnia 2006 r. 86% przedsiębiorstw branży olejarsko-tłuszczowej miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną, a 14% wdrażało GHP i GMP. 67% przedsiębiorstw tej branży stosowało w 2006 r. system HACCP, a 29% było na etapie wdrażania tego systemu zarządzania jakością, natomiast tylko 1 przedsiębiorstwo nie rozpoczęło jeszcze procedury wdrażania HACCP (rys. 2, 3 i 4).

W przemyśle **zbożowo-młynarskim**, od wejścia Polski do UE, zmienił się poziom wdrożenia obowiązkowych systemów zarządzania jakością. 1 sierpnia 2006 r. o 98% była większa (w porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r.) liczba firm tego sektora, które wdrożyły i stosowały Dobrą Praktykę Higieniczną, o 92% Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 112% system HACCP. Największy wzrost wdrożeń systemów GHP i GMP odnotowano w przedsiębiorstwach małych (odpowiednio o 111 i 102%) oraz dużych (o 100%). Natomiast wzrost wdrożenia systemu HACCP był podobny we wszystkich grupach przedsiębiorstw. Według stanu z 1 sierpnia 2006 roku, 69% przedsiębiorstw branży zbożowo-młynarskiej miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną i 67% Dobrą Praktykę Produkcyjną, a tylko 39% przedsiębiorstw tej branży stosowało w 2006 r. system HACCP (rys. 2, 3 i 4).

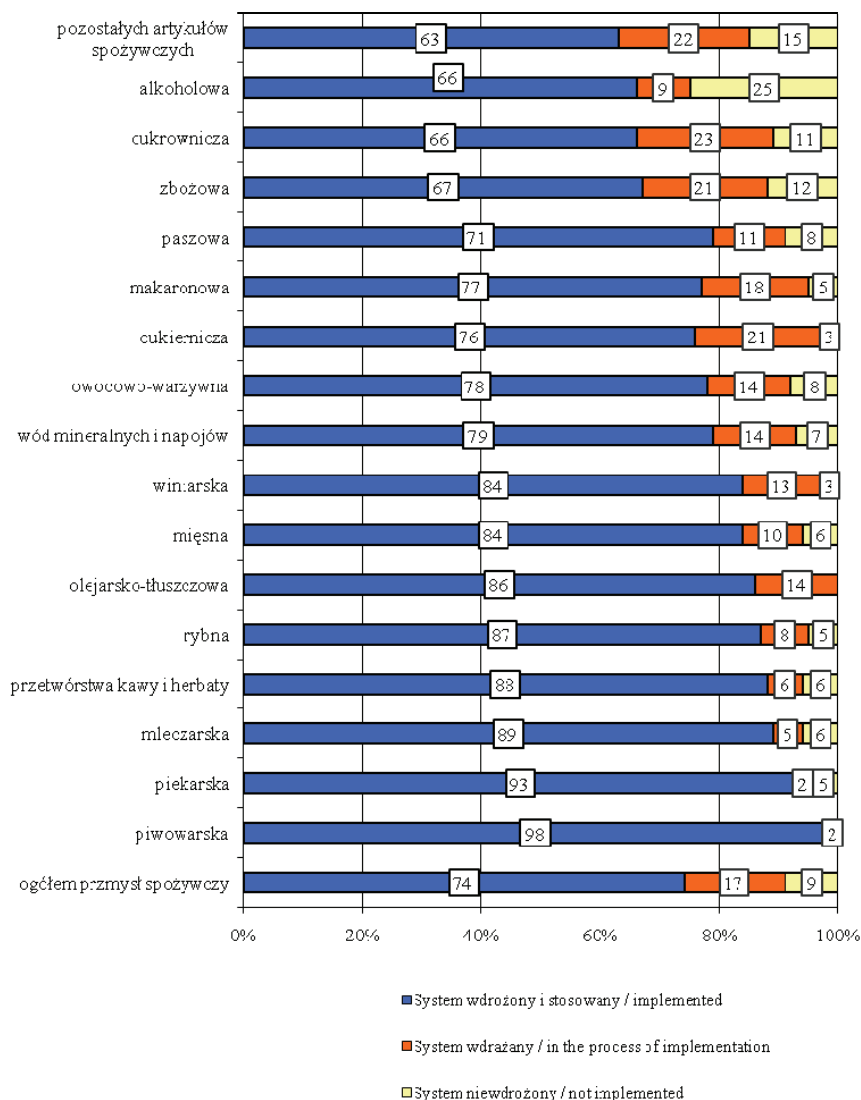


Objaśnienia / Explanatory notes: pozostałe artykuły spożywcze /others foodstuff, salkoholowa / spirits; winiarska / wine; makaronowa / pasta; owocowo-warzywna / fruit-vegetable; przetwórstwa herbaty i kawy / tea and coffee processing; zbożowa / cereal; wód mineralnych i napojów / mineral water and beverages; piekarska / bakery; przemysł ogółem / total industry; mięsna / meat; olejarsko-tłuszczowa / oil-fat; rybna / fish; mleczarska / dairy; piwowarska / beer; cukiernicza / confectionery; cukrownicza / sugar.

Rys. 2. Stan wdrożenia i wdrażania Dobrej Praktyki Higienicznej, w poszczególnych branżach przemysłu spożywczego w 2006 r. [%].

Fig. 2. Chart of the level of implementation of Good Hygiene Practice in selected food sectors 2006 [%].

Źródło jak na rys. 1. / Source as in Fig. 1.



Rys. 3. Stan wdrożenia i wdrażania Dobrej Praktyki Produkcyjnej, w poszczególnych branżach przemysłu spożywczego w 2006 r. [%].

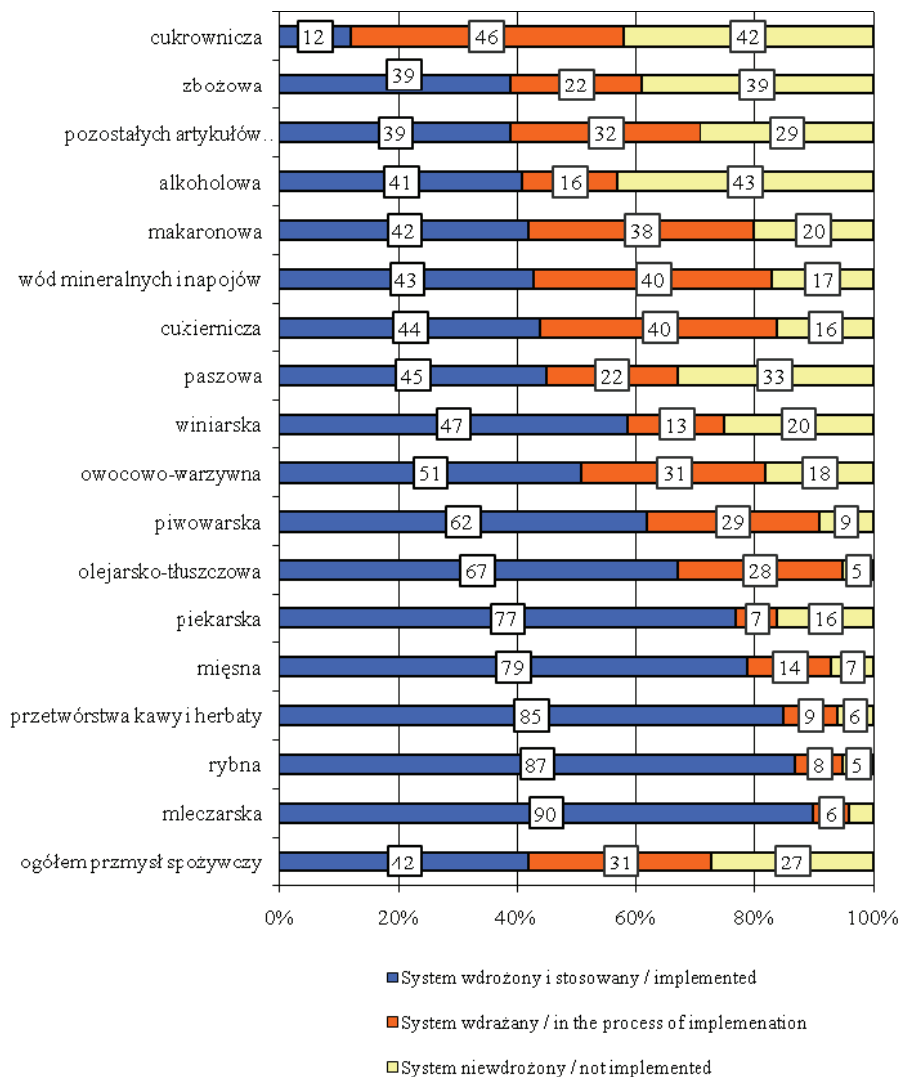
Fig. 3. Chart of the level of implementation of Good Manufacturing Practice in selected food sectors 2006 [%].

Źródło jak na rys. 1. / Source as in Fig. 1.

Objaśnienia jak na rys. 2 / Explanatory notes as in Fig. 2

Wstąpienie Polski do UE miało ogromny wpływ na stan wdrożenia obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w **przemysle piekarskim**. O 330% większa była liczba przedsiębiorstw, które wdrożyły i stosowały Dobrą Praktykę Higieniczną, o 372%

stosujących Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 447% liczba przedsiębiorstw piekarskich, które wdrożyły i stosowały system HACCP w 2006 r. w porównaniu ze stanem przed wstąpieniem do UE. Największy wzrost wdrożeń GHP i GMP odnotowano w przedsiębiorstwach małych (odpowiednio o 333 i o 378%) oraz w przedsiębiorstwach średnich (odpowiednio o 288 i 308%). W firmach małych (o 612%) odnotowano



Rys. 4. Stan wdrożenia i wdrażania systemu HACCP, w poszczególnych branżach spożywczych w 2006 r. [%].

Fig. 4. Chart of the level of implementation of HACCP system in selected food sectors 2006 [%].

Źródło jak na rys. 1. / Source as in Fig. 1.

Objaśnienia jak na rys. 2 / Explanatory notes as in Fig. 2

także największy wzrost wdrożeń systemu HACCP. 1 sierpnia 2006 r. około 72% przedsiębiorstw branży piekarskiej miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną i 66% Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz tylko 12% przedsiębiorstw piekarskich stosowało system HACCP (rys. 2, 3 i 4).

Po wejściu Polski do Unii Europejskiej nastąpiło pewne przyspieszenie wdrażania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w przemyśle **cukrowniczym**. W pierwszym roku po wejściu do UE wzrosła o 52% liczba przedsiębiorstw cukrowniczych, które wdrożyły i stosowały Dobrą Praktykę Higieniczną, o 48% Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 35% system HACCP. Dalszy wzrost wdrożenia systemów nastąpił w następnym roku, bowiem 1 sierpnia 2006 r. większa była o 74% liczba cukrowni, które wdrożyły i stosowały Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 65% system HACCP. Największy wzrost (w 2006 r. w stosunku do stanu przed wstąpieniem do UE) wdrożeń GMP i GHP odnotowano w przedsiębiorstwach małych, tj. o 150%, a systemu HACCP w przedsiębiorstwach średnich, tj. wzrost o 77%. Wg stanu na 1 sierpnia 2006 r. większość cukrowni (93%) stosowała Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz aż 77% przedsiębiorstw cukrowniczych stosowało system HACCP (rys. 2, 3 i 4).

Wejście Polski do Unii Europejskiej spowodowało pewne przyspieszenie wdrażania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w przemyśle **cukierniczym**. W porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r., w 2006 r. o 74% większa była liczba przedsiębiorstw cukierniczych, które wdrożyły i stosowały Dobrą Praktykę Higieniczną, o 72% stosujących Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 74% HACCP. Największy wzrost wdrożeń GHP i GMP, tj. o 142-147%, odnotowano w przedsiębiorstwach małych, natomiast systemu HACCP w przedsiębiorstwach małych i średnich (odpowiednio o 200 i 147%). Według stanu z 1 sierpnia 2006 r., większość firm branży cukierniczej stosowała Dobrą Praktykę Higieniczną (78%) i Dobrą Praktykę Produkcyjną (76%) oraz 44% system HACCP (rys. 2, 3 i 4).

Z monitoringu wynika, że 1 sierpnia 2006 r. około 78% ogółu przedsiębiorstw branży **makaronowej** miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz 42% stosowało system HACCP. Wejście Polski do UE wpłynęło na poziom wdrożenia obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w branży makaronowej bowiem 1 sierpnia 2006 r. większa była niż 1 maja 2004 r. o 197% liczba przedsiębiorstw cukierniczych, które wdrożyły i stosowały Dobrą Praktykę Higieniczną, o 194% stosujących Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 136% HACCP. Największy wzrost (w stosunku do stanu przed wstąpieniem do UE) wdrożeń GHP, GMP i HACCP odnotowano w przedsiębiorstwach małych, tj. odpowiednio o: 215, 211 i 150%.

Wstąpienie Polski do UE miało pewien wpływ na stan wdrożenia obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w **przetwórstwie herbaty i kawy**. W 2006 r. większa była liczba przedsiębiorstw tej branży, które wdrożyły Dobrą Praktykę Higieniczną

o 50%, stosujących Dobrą Praktykę Produkcyjną o 58% oraz system HACCP o 93% w porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r. Największy wzrost wdrożeń GHP, GMP i HACCP wystąpił w przedsiębiorstwach małych (odpowiednio o 75, 75 i 250%). 1 sierpnia 2006 r. większość przedsiębiorstw sektora przetwórstwa kawy i herbaty stosowała Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną (88%) oraz system HACCP (85%) (rys. 2, 3 i 4).

W branży napojów **spirytusowych i alkoholu etylowego** po wstąpieniu Polski do UE nastąpiły zmiany poziomu wdrożenia obowiązkowych systemów zarządzania jakością. Monitoring poziomu wdrożenia GHP, GMP i HACCP w tym przemyśle wskazuje, że w 2006 r. o 123% większa była liczba zakładów branży spirytusowej, które stosowały system Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej oraz o 100% system HACCP, w porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r. Największy wzrost wdrożeń GHP, GMP i HACCP odnotowano w przedsiębiorstwach małych, tj. odpowiednio o 650, 650 i 600%. Przed 1 maja 2004 r. jedyne duże przedsiębiorstwo funkcjonujące w tej branży miało wdrożone wszystkie obowiązkowe systemy zarządzania jakością. W 2006 r. (wg stanu na 1 sierpnia) 66% przedsiębiorstw branży spirytusowej stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz 41% system HACCP (rys. 2, 3 i 4).

Z monitoringu stanu wdrożenia i wdrażania obowiązkowych systemów w przemyśle **winiarskim** wynika, że wejście Polski w skład UE wpłynęło istotnie na stan wdrożenia obowiązkowych systemów zarządzania jakością w przemyśle winiarskim. W 2006 r. (1 sierpień) większa była, w stosunku do stanu sprzed 1 maja 2004 r., liczba przedsiębiorstw winiarskich, które stosowały system Dobrej Praktyki Higienicznej o 127%, o 150% Dobrej Praktyki Produkcyjnej oraz o 100% HACCP. Zmniejszenie liczby przedsiębiorstw stosujących GHP w 2006 r., w porównaniu z 2005 r., jest przede wszystkim skutkiem zmniejszenia się liczby przedsiębiorstw tej branży, tj. likwidacji lub zawieszenia działalności. Największą dynamikę wdrożeń GHP, GMP i HACCP odnotowano w przedsiębiorstwach małych, tj. odpowiednio o 325, 467 i 300%. W 2006 r. większość przedsiębiorstw sektora winiarskiego miała wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną (83%) ale HACCP był stosowany w 47% przedsiębiorstw tej branży (rys. 2, 3 i 4).

Wstąpienie Polski do UE wpłynęło na stan wdrożenia obowiązkowych systemów zarządzania jakością w przemyśle **piwowarskim**. W 2006 r. o 93% była większa liczba firm branży piwowarskiej stosujących Dobrą Praktykę Higieniczną, o 97% stosujących Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 64% firm mających wdrożony system HACCP, w porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r. Największy wzrost wdrożeń GHP, GMP i HACCP odnotowano w małych browarach, tj. odpowiednio o 200, 222 i 225%. Wszystkie przedsiębiorstwa piwowarskie miały w 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia)

wdrożony system Dobrej Praktyki Higienicznej oraz zdecydowana większość (98%) stosowała Dobrą Praktykę Produkcyjną i 62% stosowało system HACCP (rys. 2, 3 i 4).

Monitoring branży **wód mineralnych i napojów bezalkoholowych** wskazuje, że wstąpienie Polski do UE miało istotny wpływ na stan wdrożenia obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w tej grupie przedsiębiorstw. W 2006 r. o 125% większa była liczba firm, które stosowały system Dobrej Praktyki Higienicznej i o 148% stosujących Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz o 97% system HACCP, w porównaniu ze stanem sprzed 1 maja 2004 r. Największy wzrost wdrożeń GHP, GMP i HACCP odnotowano w przedsiębiorstwach małych, tj. odpowiednio o 226, 300 i 278%. W 2006 r. 83% przedsiębiorstw tej branży miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną i 79% Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz 43% stosowało system HACCP. W 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia) około 64% przedsiębiorstw produkujących pozostałe artykuły spożywcze wdrożyło i stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz 39% HACCP (rys. 2, 3 i 4).

Wnioski

1. Wejście Polski w struktury Unii Europejskiej istotnie przyspieszyło procesy wdrażania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w przemyśle spożywczym. Od 1 maja 2004 r. do 1 sierpnia 2006 r. znacznie wzrosła bowiem liczba przedsiębiorstw przemysłu spożywczego stosujących oraz wdrażających te systemy.
2. W 2006 r. (wg stanu z 1 sierpnia), w stosunku do stanu sprzed 1 maja 2004 r., o 151% większa była liczba przedsiębiorstw stosujących Dobrą Praktykę Higieniczną oraz o 158% Dobrą Praktykę Produkcyjną i system HACCP. Największą dynamikę wdrożeń GMP i GHP odnotowano w branży: piekarskiej, makaronowej, winiarskiej, wód mineralnych i napojów bezalkoholowych, napojów spirytusowych i owocowo-warzywnej oraz systemu HACCP w branży: piekarskiej, mięsnej, rybnej, makaronowej, cukierniczej, zbożowo-młynarskiej, owocowo-warzywnej, napojów spirytusowych i winiarskiej. Stosunkowo niewielki przyrost odnotowano w tych branżach, które procesy wdrażania i stosowania obligatoryjnych systemów rozpoczęły jeszcze przed 2004 r., tj. w mleczarniach, zakładach mięsnych, rybnych, olejarsko-tłuszczowych oraz przetwórstwa kawy i herbaty. Znaczny wzrost liczby przedsiębiorstw mięsnych i rybnych, które wdrożyły system HACCP dopiero po 1 maja 2004 r. wynikał z faktu, iż przedsiębiorstwa te uzyskały wcześniej prawo do okresu przejściowego na dostosowanie się do wymogów HACCP.
3. Zdecydowanie wyższą dynamikę wdrożeń obligatoryjnych systemów zarządzania jakością odnotowano w przedsiębiorstwach małych, bowiem wzrost ten był trzykrotny w przypadku GHP, GMP i czterokrotny – HACCP. Liczba średnich przedsiębiorstw stosujących GHP/GMP wzrosła o około 65%, a HACCP o 78%. W dużych przedsiębiorstwach odnotowano niewielkie zmiany, bo o około 15%.

4. W 2006 r. procesy wdrażania GHP i GMP w przemyśle spożywczym dobiegały końca, bowiem tylko stosunkowo niewielka liczba (około 7-8%) przedsiębiorstw nie rozpoczęła jeszcze tych działań. Natomiast 26% ogółu firm spożywczych, zarejestrowanych w Inspekcji Weterynaryjnej i Państwowej Inspekcji Sanitarnej, jeszcze nie rozpoczęło procesu wdrażania HACCP.

Literatura

- [1] Codex Alimentarius. Food Hygiene Basic. FAO/WHO, 2003.
- [2] Kołożyn-Krajewska D., Sikora T.: HACCP. Koncepcja i system zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności. Wyd. SITSpoż., Warszawa 1999.
- [3] Luning P.A., Marcelis W.J., Jongen W.M.: Zarządzanie jakością żywności. WNT, Warszawa 2005, s. 291-346.
- [4] Maleszka A., Swat U., Kowalczyk W.: Specyfikacja wymagań dla podmiotów rynkowych w zakresie bezpieczeństwa zdrowotnego w świetle najnowszych wymagań UE. Cz. I. Wymagania dla producentów żywności. W: Jakość w doskonaleniu współczesnej ekonomii i techniki, Wyd. SGH, Warszawa 2005, s. 91-100.
- [5] Morkis G.: Systemy zarządzania jakością w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego (Ocena stanu wdrożenia po roku integracji z Unią Europejską). Program Wieloletni 2005 - 2009. IERiGŻ – PIB, Warszawa 2006, Raport nr 20.
- [6] Morkis G. (pod red.): Systemy zarządzania jakością w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego (Ocena stanu wdrożenia po roku integracji z Unią Europejską). Program Wieloletni 2005 - 2009. IERiGŻ – PIB, Warszawa 2006, Raport nr 42.
- [7] Morkis G.: Nowoczesne systemy zarządzania jakością w polskim przemyśle spożywczym. Rocz. Nauk. SERIA 2003 t. V z. 2, 143-146.
- [8] Praca zbiorowa pod red. J. Kijowskiego i T. Sikory: Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem żywności. WNT, Warszawa 2003.
- [9] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 28 lutego 2000 r. w sprawie warunków oraz zasad przestrzegania higieny przy produkcji i obrocie środkami spożywczymi i substancjami dozwolonymi. Dz. U. 2000 r. Nr 30, poz. 377, wraz z późniejszymi zmianami.
- [10] Rozporządzenie Nr 178/2002/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności i ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności. Dz. Urz. WE L 31 z dn. 1.02.2002, s. 1.
- [11] Rozporządzenie Nr 852/2004/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych. Dz. Urz. WE L 139 z dn. 30.04.2004, s. 1.
- [12] Rozporządzenie Nr 853/2004/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczegółowe przepisy w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego. Dz. Urz. WE L 139 z dn. 30.04.2004, s. 14.
- [13] Sikora T.: Zapewnienie jakości żywności na początku XXI wieku. W: Jakość żywności a rolnictwo ekologiczne. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2002, s. 51-61.
- [14] Sikora T. (pod red.): Zarządzanie jakością wg norm ISO serii 9000:2000. Wyd. AE, Kraków 2005.
- [15] Strada A., Morkis G., Trafiałek J., Kołożyn-Krajewska D.: Safety and Quality Assurance and Management Systems: Level of Implementation in Food Enterprises in Poland. In: Food Industry Europe, Ateny 2005, pp. 97-114.
- [16] Urbaniak M.: Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka. Difin, Warszawa 2004, s. 322-350.

- [17] Ustawa z dn. 11 maja 2001 r. o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia. Dz. U. 2001 r., Nr 63, poz. 634, wraz z późniejszymi zmianami.
- [18] Ustawa z dn. 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia Dz. U. 2006 r. Nr 171, poz. 1225.

THE LEVEL OF GHP, GMP AND HACCP SYSTEM IMPLEMENTATION IN FOOD INDUSTRY IN 2006

S u m m a r y

Poland and UE countries have to implement some quality management systems which are required by law regulation. Using of the GHP/GMP and HACCP system in food enterprises which produce and turnover food is obligatory. 26 month after Poland joined to the European Union the number of enterprises which apply the GHP increased by 151%, GMP and HACCP system 158%. In 2006 GHP was used in 77% registered enterprises, GMP in 74% and HACCP in 42%.

Key words: quality management systems, Good Hygiene Practice (GHP), Good Manufacturing Practice (GMP), HACCP system, food industry ☒

GRAŻYNA MORKIS, WIOLETTA KARAŚ

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 12 listopada 2007 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 6 lipca 2007 r. w sprawie szczególnych wymagań higienicznych w zakresie transportu morskiego luzem cukru, olejów płynnych i tłuszczów (Dz. U. 2007 r. Nr 133, poz. 931).
Rozporządzenie określa wymagania higieniczne w transporcie morskim luzem cukru surowego oraz płynnych olejów i tłuszczów, które to wymagania stanowią odstępstwa od wymagań określonych w rozdziale IV ust. 4 załącznika II do rozporządzenia (WE) nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych.
2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 10 lipca 2007 r. w sprawie znakowania środków spożywczych (Dz. U. 2007 r. Nr 137, poz. 966).
Rozporządzenie reguluje szczegółowy zakres informacji podawanych w oznakowaniu opakowanych środków spożywczych i środków spożywczych bez opakowań przeznaczonych bezpośrednio dla konsumenta finalnego lub do zakładów żywienia zbiorowego oraz sposób znakowania tych środków spożywczych.
Przepisy dotyczące znakowania wszystkich opakowanych środków spożywczych stanowią, iż opakowany środek spożywczy znakuje się, podając co najmniej następujące informacje:
 - nazwę środka spożywczego,
 - dotyczące składników występujących w środku spożywczym,
 - datę minimalnej trwałości albo termin przydatności do spożycia,

- sposób przygotowania lub stosowania, jeżeli brak tej informacji mógłby spowodować niewłaściwe postępowanie ze środkiem spożywczym,
- dane identyfikujące firmy, która produkuje lub paczkuje środki spożywcze lub wprowadza środki spożywcze do obrotu,
- zawartość netto lub liczbę sztuk opakowanego środka spożywczego,
- warunki przechowywania, jeżeli oznakowanie środka spożywczego zawiera informację o terminie przydatności do spożycia oraz w przypadku, gdy jakość środka spożywczego w istotny sposób zależy od warunków jego przechowywania,
- oznaczenie partii produkcyjnej rozumianej jako określona ilość środka spożywczego wyprodukowanego, przetworzonego lub zapakowanego w praktycznie takich samych warunkach,
- klasę jakości handlowej, jeżeli została ona ustalona w przepisach w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych lub ich grup, albo inny wyróżnik jakości handlowej, jeżeli obowiązek podawania tego wyróżnika wynika z odrębnych przepisów.

Rozporządzenie zawiera również szczegółowy przepis dotyczące znakowania poszczególnych rodzajów środków spożywczych.

3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 25 lipca 2007 r. w sprawie znakowania żywności wartością odżywczą (Dz. U. 2007 r. Nr 137, poz. 967).

Rozporządzenie określa szczegółowo sposób i zakres znakowania wartością odżywczą żywności przeznaczonej dla konsumenta finalnego lub do zakładów żywienia zbiorowego. Znakowanie żywności wartością odżywczą oznacza wszelkie informacje dotyczące wartości odżywczej, które mają być umieszczane w oznakowaniu środka spożywczego. Przepis prawny nie ma zastosowania do naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródłanych i wód stołowych oraz suplementów diety.

Rozporządzenie obowiązuje od dn. 1 sierpnia 2007 r.

4. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 27 lipca 2007 r. w sprawie ogólnych odstępstw od wymagań higienicznych w zakładach produkujących żywność tradycyjną pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. 2007 r. Nr 146, poz. 1024).

Dopuszcza się ogólne odstępstwa od wymagań higienicznych określonych w rozporządzeniu (WE) nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych w zakładach produkujących żywność tradycyjną pochodzenia zwierzęcego, jeżeli przyznanie tych odstępstw umożliwi zakładom stosowanie tradycyjnej metody produkcji żywności pochodzenia zwierzęcego. Odstępstwa nie mogą jednak negatywnie wpływać na bezpieczeństwo produkowanej żywności tradycyjnej pochodzenia zwierzęcego, w szczególności nie mogą przyczyniać się do jej zanieczyszczenia.

5. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 10 października 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych zawartości substancji niepożądanych w paszach (Dz. U. 2007 r. Nr 191, poz. 1376).
6. W załączniku do rozporządzenia został rozszerzony wykaz dopuszczalnych zawartości substancji niepożądanych w paszach.
7. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 24 września 2007 r. w sprawie wykazu przejść granicznych właściwych dla przeprowadzania granicznej kontroli sanitarnej (Dz. U. 2007 r. Nr 196, poz. 1423).
8. Został ustalony wykaz przejść granicznych, przez które środki spożywcze oraz materiały lub wyroby przeznaczone do kontaktu z żywnością, podlegające granicznej kontroli sanitarnej, mogą być wprowadzane na terytorium Wspólnoty Europejskiej.
9. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 8 sierpnia 2007 r. uchylające rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach przemysłu zielarskiego i rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach przemysłu tytoniowego (Dz. U. 2007 r. Nr 150, poz. 1068).
10. Straciło moc prawną rozporządzenie Ministra Przemysłu Spożywczego i Skupu z dnia 5 maja 1969 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach przemysłu zielarskiego oraz rozporządzenie Ministra Przemysłu Spożywczego i Skupu z dnia 26 marca 1973 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach przemysłu tytoniowego.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91 (Dz. Urz. UE L 189 z dn. 20.07.2007 r., s. 1).
Rozporządzenie zawiera definicje.: produkcja ekologiczna, etapy produkcji, przygotowania i dystrybucji, ekologiczny, podmiot gospodarczy, produkcja roślinna, produkcja zwierzęca, konwersja, przygotowanie, znakowanie, reklama, właściwy organ, organ kontrolny, jednostka certyfikująca, znak zgodności, wyprodukowany z GMO, wyprodukowany przy użyciu GMO, równoważne w opisie różnych systemów i środków, substancja pomocnicza w przetwórstwie, żywienie zbiorowe.
Zostały określone:
 - cele i zasady dotyczące wszystkich etapów produkcji, przygotowania i dystrybucji roślinnych produktów akwakultury i zwierzęcych produktów rolnictwa ekologicznego oraz ich kontroli;
 - wymagania odnośnie wszystkich podmiotów gospodarczych związanych z produkcją, przetwarzaniem i dystrybucją żywych lub nieprzetworzonych

produktów rolnych, przetworzonych produktów rolnych przeznaczonych do spożycia, pasz;

- szczegółowe zasady dotyczące rolnictwa ekologicznego, przetwarzania żywności ekologicznej oraz pasz ekologicznych,
- wymagania dotyczące znakowania na etykietach, opakowaniach i reklamach produktów ekologicznych.

Niniejsze rozporządzenie stosuje się od dnia 1 stycznia 2009 r.

2. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1216/2007 z dnia 18 października 2007 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Rady (WE) nr 509/2006 w sprawie produktów rolnych i środków spożywczych będących gwarantowanymi tradycyjnymi specjalnościami (Dz. Urz. UE L 275 z dn. 19.10.2007 r., s. 3).

W rozporządzeniu określono m.in.:

- wymagania odnośnie specyfikacji produktu rolnego lub środka spożywczego oznaczonego jako gwarantowana tradycyjna specjalność,
 - szczegółowe zasady dotyczące nazwy, która ma być zarejestrowana,
 - szczegółowe zasady dotyczące opisu produktu i metody produkcji,
 - minimalne wymogi i procedury dotyczące sprawdzania specyficznego charakteru produktu,
 - szczegółowe zasady dotyczące etykietowania produktu rolnego lub środka spożywczego oznaczonego jako gwarantowana tradycyjna specjalność,
 - wymagania odnośnie sporządzenia wniosku o rejestrację,
 - wymagania odnośnie oznaczeń i symboli na etykietach produktu.
3. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1244/2007 z dnia 24 października 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2074/2005 w sprawie środków wykonawczych w odniesieniu do niektórych produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do spożycia przez ludzi oraz ustanawiające szczególne przepisy dotyczące urzędowych kontroli w zakresie badania mięsa (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 281 z dn. 25.10.2007 r., s. 12).

Rozporządzenie zawiera następujące definicje: kontrolowane warunki przetrzymywania zwierząt oraz zintegrowane systemy produkcyjne, młode bydło, młode kozy, stado, gospodarstwo, zakład nie zajmujący się w sposób ciągły ubojem lub obróbką dziczyzny.

W rozporządzeniu zostały określone wymagania dotyczące badań poubojowych w zakładach, które nie prowadzą w sposób ciągły uboju zwierząt lub obróbki dziczyzny oraz wymagania dotyczące badania mięsa opartego na ryzyku bez nacinań i badania poubojowego zwierząt jednokopytnych.

Ponadto dokonane zmiany dotyczą wymagań odnośnie metody wykrywania toksyny powodującej amnezję (ASP).

4. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1243/2007 z dnia 24 października 2007 r. zmieniające załącznik III do rozporządzenia (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającego szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 281 z dn. 25.10.2007 r., s. 8).

Przedsiębiorstwa spożywcze zajmujące się rybactwem przybrzeżnym na niewielką skalę zostały zwolnione z wymagań odnośnie prowadzenia i przechowywania dokumentacji dotyczącej kontroli zagrożeń.

W rozporządzeniu zostały zmienione m.in. wymagania dotyczące wytwarzania żelatyny, a w szczególności procesu produkcji żelatyny oraz wymagania dla przedsiębiorstw spożywczych produkujących i składujących żelatynę, dopuszczalnego poziomu pozostałości (As, Pb, Cd, Hg, Cr, Cu, Zn, SO₂, H₂O₂) w żelatynie, a także wymagania dotyczące opakowań jednostkowych i zbiorczych dla żelatyny (na opakovaniu musi być umieszczone wyrażenie "żelatyna zdatna do spożycia przez ludzi" oraz data minimalnej trwałości).

Zmieniono również wymagania dotyczące produkcji i składowania kolagenu.
5. Decyzja Komisji z dnia 1 sierpnia 2007 r. zmieniająca dodatek B do załącznika XII do Aktu przystąpienia z 2003 r. w odniesieniu do niektórych zakładów w sektorze mięsnym w Polsce (notyfikowana jako dokument nr C(2007) 3614) (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 212 z dn. 14.08.2007 r., s. 3).

Załącznik do decyzji zawiera wykaz 119 polskich zakładów mięsnych, które zakończyły proces modernizacji i obecnie spełniają wymogi prawa wspólnotowego.
6. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 884/2007 z dnia 26 lipca 2007 r. w sprawie środków nadzwyczajnych zawieszających stosowanie E 128 czerwień 2G jako barwnika żywności (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 195 z dn. 27.07.2007 r., s. 8).

Zostało zawieszono wprowadzanie do obrotu oraz przywóz żywności zawierającej barwnik E 128 czerwień 2G. Odstępstwo dotyczy kiełbasek śniadaniowych i mięsa hamburgerowego zawierających barwnik E 128 czerwień 2G, które zostały wprowadzone do obrotu przed datą wejścia w życie niniejszego rozporządzenia.
7. Dyrektywa Komisji 2007/62/WE z dnia 4 października 2007 r. zmieniająca niektóre załączniki do dyrektyw Rady 86/362/EWG i 90/642/EWG w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości bifenazanu, petoksamidu, pirymetanilu i rimsulfuronu (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 260 z dn. 05.10.2007 r., str. 4).

Załącznik do dyrektywy zawiera zmienione wielkości najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości: bifenazanu, petoksamidu, pirymetanilu i rimsulfuronu w zbożach, owocach, warzywach i orzechach.

8. Dyrektywa Komisji 2007/39/WE z dnia 26 czerwca 2007 r. zmieniająca załącznik II do dyrektywy Rady 90/642/EWG w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości diazynonu (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 165 z dn. 27.06.2007 r., s. 25).

Zmiana dotyczy wielkości najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości dianozynu w owocach, warzywach i orzechach.

Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1126/2007 z dnia 28 września 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do toksyn *Fusarium* w kukurydzy i produktach z kukurydzy (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 255 z 29.9.2007, s. 14).

W rozporządzeniu wprowadzono zmiany dotyczące wielkości najwyższych dopuszczalnych poziomów toksyn *Fusarium* (deoksyniwalenol, zearalenon i fumonizyny) w zbożach, produktach zbożowych, kukurydzy i produktach wytwarzanych z kukurydzy.

Niniejsze rozporządzenie stosuje się od dnia 1 lipca 2007 r.
9. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1143/2007 z dnia 1 października 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 256/2002 w zakresie zezwolenia na stosowanie preparatu *Bacillus cereus* odm. *toyoi* jako dodatku paszowego należącego do grupy mikroorganizmów (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 256 z dn. 2.10.2007 r., s. 23).

Bacillus cereus odm. *toyoi* NCIMB 40112/CNCM 1-1012 może być stosowany, przy zachowaniu określonych warunków, jako dodatek paszowy w żywieniu prosiąt i macior.
10. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1142/2007 z dnia 1 października 2007 r. dotyczące zezwolenia na nowe zastosowanie 3-fitazy (Natuphos) jako dodatku paszowego (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 256 z dn. 02.10.2007 r., s. 20).

3-fitaza EC 3.1.3.8 (Natuphos 5000, Natuphos 5000 G, Natuphos 5000 L, Natuphos 10000 G, Natuphos 10000 L) może być stosowana, przy zachowaniu określonych warunków, jako dodatek zootechniczny w żywieniu kur niosek oraz indyków rzeźnych.
11. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1141/2007 z dnia 1 października 2007 r. dotyczące zezwolenia na stosowanie 3-fitazy (ROVABIO PHY AP i ROVABIO PHY LC) jako dodatku paszowego (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 256 z dn. 02.10.2007 r., s. 17).

3-fitaza EC 3.1.3.8 (ROVABIO PHY AP i ROVABIO PHY LC) może być stosowana, przy zachowaniu określonych warunków, jako dodatek zootechniczny

- w żywieniu kurcząt rzeźnych, kur niosek, prosiąt odsadzonych od maciory oraz tuczników.
12. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1140/2007 z dnia 1 października 2007 r. dotyczące tymczasowego zezwolenia na nowe zastosowanie dodatku paszowego, posiadającego już zezwolenie na stosowanie w paszach (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 256 z dn. 02.10.2007 r., s. 14).
Do 22 października 2011 r. Endo-1,3(4)-beta-glukanaza: EC 3.2.1.6, Endo-1,4-beta-glukanaza: EC 3.2.1.4, Alfa-amylaza EC 3.2.1.1, Bacillolizyna EC 3.4.24.28, Endo-1,4-beta-ksylanaza EC 3.2.1.8 mogą być stosowane, przy zachowaniu określonych warunków, jako dodatki w żywieniu kur niosek.
 13. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 828/2007 z dnia 13 lipca 2007 r. dotyczące stałego i tymczasowego zezwolenia na niektóre dodatki paszowe (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 184 z dn. 14.07.2007 r., s. 12).
Endo-1,4-beta-ksylanaza EC 3.2.1.8 może być stosowana, przy zachowaniu określonych warunków, jako dodatek paszowy w żywieniu kurcząt oraz indyków przeznaczonych na tucz. Natomiast do 3 sierpnia 2011 r. bogata w astaksantynę *Phaffia rhodozyma* (ATCC SD-5340) może być stosowana, przy zachowaniu określonych warunków, jako dodatek paszowy w żywieniu łososi i pstrągów.
 14. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1139/2007 z dnia 1 października 2007 r. dotyczące zezwolenia na stosowanie L-argininy jako dodatku paszowego (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 256 z dn. 02.10.2007 r., s. 11).
L-arginina może być stosowana, przy zachowaniu określonych warunków, jako dodatek dietetyczny w żywieniu wszystkich gatunków zwierząt.
 15. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1138/2007 z dnia 1 października 2007 r. dotyczące zezwolenia na nowe zastosowanie kwasu benzooesowego (VevoVital) jako dodatku paszowego (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 256 z dn. 02.10.2007 r., s. 8).
Kwas benzooesowy (VevoVital) może być stosowany, przy zachowaniu określonych warunków, jako dodatek zootechniczny w żywieniu tuczników.
 16. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1137/2007 z dnia 1 października 2007 r. dotyczące zezwolenia na stosowanie *Bacillus subtilis* (O35) jako dodatku paszowego (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 256 z dn. 02.10.2007 r., s. 5)
Bacillus subtilis DSM 17299 (O35) może być stosowany, przy zachowaniu określonych warunków, jako dodatek zootechniczny w żywieniu kurcząt rzeźnych.
 17. Dyrektywa Komisji 2006/77/WE z dnia 29 września 2006 r. zmieniająca załącznik I do dyrektywy 2002/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do najwyższego dopuszczalnego poziomu związków chloroorganicznych w paszach dla zwierząt (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 271 z DN. 30.09.2006, s. 53).

Zmiana dotyczy wielkości najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości: związków chloroorganicznych, takich jak: aldryna, dieldryna, kamfechlor, chloran, DDT, endosulfan, endryna, heptachlor, heksachlorobenzen, heksachlorocykloheksan, izomery-alfa, izomery-beta, izomery-gamma w paszach dla zwierząt.



HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA

WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOSCI

Prezentujemy 27. część haseł *Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności*. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w *Żywności* nr 3 (28), 2001.

AEROTAKSJA / AEROTAXIA – szczególny rodzaj chemotaksji, w której ruchliwe komórki reagują na gradient stężenia tlenu. Mogą one przemieszczać się w kierunku stężenia tlenu, wyższego lub niższego, optymalnego dla ich wzrostu

AMPLIKON / AMPLICONE – specyficzna sekwencja nukleotydów (w próbce), która jest amplikowana w PCR; kopie tej sekwencji powstałe w wyniku PCR są także nazywane amplikonami

ATROPOIZOMERIA / ATROPOISOMERISM – dyssymetria cząsteczkowa obserwowana pod postacią czynności optycznej, a wywołanej zahamowaniem rotacji wokół wiązania pojedynczego

AUKSOTROFIA / AUXOTROPHY – konieczność zewnętrznego dostarczania niezbędnego aminokwasu komórce do jej wzrostu

BIOŁUGOWANIE / BIOLEACHING – proces rozpuszczania metali, głównie z ubogich rud przez bakterie chemolitotroficzne

CHELATACJA / CHELATE RING FORMATION - skoordynowanie dwóch lub większej liczby donorowych atomów pojedynczego liganda z centralnym atomem metalu

INTERKALACJA / INTERCALATION – włączanie (wsuwanie) się niektórych planarnych związków aromatycznych lub heterocyklicznych pomiędzy warstwowo ułożone zasady DNA

KLIRENS NERKOWY / RENAL CLEARANCE – objętość krwi lub plazmy (osocza), która przepływając przez nerki w ciągu jednej minuty zostanie oczyszczona z danej substancji

KLONALNA PROLIFERACJA / CLONAL PROLIFERATION – antygen wiąże się z limfocytom mającym swoistość wobec jednego z jego epitopów, stymulowany limfocyt zostaje pobudzony, ulega proliferacji i staje się źródłem identycznych komórek, wszystkich o tej samej antygenowej swoistości

REGULON / REGULON – system, w którym dwa lub więcej niesąsiadujących genów i/lub peronów (każdy z własnym promotorem) kontrolowanych jest przez tę samą cząsteczkę regulatora

SEKWESTRACJA / SEQUESTRATION – proces usuwania lub rozdziału. W chemii efektywne usuwanie rozpuszczalnych form jonów przez koordynację z innym rodzajem jonów lub cząsteczek w celu utworzenia kompleksów o odmiennych właściwościach niż początkowy jon

TOKSYKINETYCZNA METODA ALLOMETRYCZNA / TOXIKINETIC ALLOMETRIC METHOD – w metodzie tej nie próbuje się przypisać znaczenia fizjologicznego parametrom kinetycznym, a każdy gatunek ssaków lądowych rozważa się jako całkowicie jednolity. W metodzie tej zakłada się, że proces zachodzący w organizmie zależy od wielkości i masy ciała. Należy się więc spodziewać, że ten sam proces fizjologiczny, zachodzący w organizmach różnych gatunków ssaków, będzie można opisać jednym równaniem wiążącym szybkość procesu z masą ciała

TOKSYKINETYKA / TOXIKINETICS – poznanie praw, na których podstawie można przewidywać poziom substancji w organizmie lub jej szybkość wydalania w sytuacjach różniących się sposobem (rytmem) wchłaniania i czasem, jaki mija od wchłonięcia substancji ☒

NOWE KSIĄŻKI

Handbook of Fruits and Fruits Processing

[Podręcznik owoców i ich przetwórstwa]

Hul H.Y., Barta J., Cano Pilar M, Gusek W.T., Sidhu J., Sinha N.

Wydawnictwo: CPL Scientific Publishing Services Limited, 2007, ISBN 978-0-81-381981-5, stron 712, cena 129,00 £

Zamówienia: www.cplbookshop.com

Podręcznik został opracowany przez zespół naukowców i przedstawicieli przemysłu, w którym opisano przetwarzanie owoców pod względem: opisu zagadnień teoretycznych, zasad produkcji i inżynierii oraz przetwarzania danych owoców. Jego podstawę stanowi wiedza o uprawie, biologii, chemii i wartości odżywczej owoców. Przedstawienie podstaw technologicznych i inżynierskich stosowanych w przetwórstwie owoców jest wstępem do ich przemysłowego wykorzystania. Przykładem jest produkcja kilku omówionych kategorii produktów owocowych. Końcowa część książki omawia gotowe produkty na rynku detalicznym.

Jako profesjonalna książka źródłowa jest wypełniona najnowszymi wynikami badań, a jako książka praktyczna zawiera przykłady zastosowań handlowych. Podręcznik ten jest aktualnym, obszernym i zwartym źródłem wiedzy dla osób zainteresowanych przetwórstwem owocowym.

Accelerating New Ford Produkt Design& Development

[Przyspieszenie projektowania i opracowania nowych produktów żywnościowych]

Wydawnictwo: Blackwell Science, 2007, ISBN 978-0-8138-0809-3, stron 400, cena 62,50 zł

Zamówienia: www.abe.pl/html/polish/

Aby konkurować na rynku trzeba obniżać koszty rozwoju, pracy i rozwiązywać inne problemy, a projektanci produktów żywnościowych są pod presją tworzenia innowacyjnych produktów. W omawianej książce grupa uznanych profesjonalistów przemysłu spożywczego i naukowców zajmuje się wnikliwie tymi właśnie zagadnieniami.

Książka jest podzielona na trzy części. W części pierwszej „Zrozumienie rozwoju produktu w dzisiejszym przemyśle spożywczym” przedstawiono zagadnienia występujące

obecnie w przemyśle spożywczym i zasady działa tego segmentu rynku. W części drugiej „Przyspieszanie projektowania i rozwoju produktów spożywczych” opisano zmiany w świecie marketingu i sprzedaży produktów spożywczych oraz wskazano metody szybszego i lepszego podejścia do kreowania tych produktów. Przedstawiono szczególne procesy i techniki służące opracowaniu ulepszonych systemów tworzenia idei produktów i oceny produktów przez klienta. Część trzecia: „Optymalizacja projektowania i opracowania produktów spożywczych” to praktyczny przegląd najważniejszych narzędzi i podejść stosowanych przez projektantów i wykonawców żywności w celu ulepszenia produktów, obniżenia ich ceny oraz skrócenia fazy przygotowawczej wyrobu. Opisane podejścia obejmują czynniki, które muszą być uwzględniane w każdym stadium optymalizacji, jak analiza regresji wyróżników i logistyczna. W książce omówiono strategię, procedury i metody maksymalizacji prędkości, jakości i wydajności w produkcji artykułów żywnościowych.

Fruit Manufacturing – Scientific Basis, Engineering Properties

[Przetwórstwo owoców – podstawy naukowe i inżynierskie]

Lozano J.E.

Wydawnictwo: CPL Scientific Publishing Services Limited, 2007, ISBN 038-7-3061-45, stron 230, cena 77,00 £

Zamówienia: www.cplbookshop.com

Przetwarzanie i przechowywanie owoców obejmuje zmiany fizyczne i chemiczne, które negatywnie wpływają na jakość owoców. Zdolność przemysłu do dostarczania klientowi odżywczego produktu owocowego zależy ściśle od znajomości jego modyfikacji podczas przetwarzania.

Przedstawiono wpływ różnych metod przetwarzania na jakość produktu, od zamrażania do technik wysokotemperaturowych, oraz omówiono przyczyny psucia się, kinetyki reakcji negatywnych i metod ich zahamowania. Podsumowano także prawdopodobne zmiany właściwości termodynamicznych, termofizycznych i reologicznych podczas przetwarzania owoców.

Niniejsza książka zawiera niezbędne informacje dla naukowców, technologów i studentów zajmujących się głównie przetwórstwem owocowym oraz zagrożeniami jakości owoców podczas tych procesów.

Książka powinna zainteresować również ekspertów od bezpieczeństwa żywności, mikrobiologów żywności, pracowników opieki zdrowotnej, działu BHP oraz personel zajmujący się produkcją i przetwórstwem żywności.

Fermented Milk

[Fermentowane mleko]

Tamime A.

Wydawnictwo: CPL Scientific Publishing Services Limited, 2007, ISBN 978-0-6320-6458-8, stron 280, cena 95,00 £

Zamówienia: www.cplbookshop.com

Nadal wzrasta zyskowość i znaczenie asortymentu mlecznych napojów fermentowanych. Postęp technologiczny doprowadził do powstania szerszej gamy produktów i większej ich popularności wśród klientów.

Książka „Fermentowane mleko” zawiera przegląd właściwości i metod produkcji związanych z takimi produktami, jak: jogurt, maślanka, kefir, napoje wyprodukowane na bazie kumysu i wiele innych przykładów z całego świata, oferujące czytelnikowi:

- nastawiony praktycznie i przyjazny użytkownikowi przewodnik,
- najważniejsze informacje handlowe,
- opis najważniejszych etapów produkcji,
- cykl życia każdego produktu.

Książka stanowi swoista encyklopedię naukowców, technologów i specjalistów od żywienia zajmujących się przemysłem mleczarskim na całym świecie.

Wzorcowe tablice alkoholometryczne w temperaturze odniesienia 20°C

Plebański T., Ogonowska B.

Wydawnictwo: WNT, 2007, ISBN 978-83-204-3341-8, stron 268, cena 18,00 zł

Tablice zawierają ok.105 000 pozycji liczbowych stanowiących komplet danych potrzebnych przy wszelkich czynnościach technicznych, obliczeniowych i kontrolnych, związanych ze spirytusem, czyli wodnymi roztworami alkoholu etylowego. Obejmują zakres stężeń od 0 do 100% i zakres temperatury od -20 do +30°C (lub do + 40°C).

Układ treści oraz liczne przykłady rozwiązań pozwalają korzystać z tablic już osobom ze średnim wykształceniem zawodowym.

Praca jest przeznaczona dla inżynierów, techników i laborantów przemysłu rolno-spożywczego, chemicznego i farmaceutycznego, dla Służby Miar i Służby Zdrowia, dla wytwórców alkoholomierzy, pracowników handlu, aparatu kontroli państwowej i laboratoriów kontroli technicznej. Nieodzowna jest ona w laboratoriach analitycznych wszystkich szczebli, zakładach przemysłu spirytusowego i punktach legalizacyjnych. Z książki tej korzystać powinny również placówki naukowe, naukowo-badawcze i doświadczalne wymienionych wyżej gałęzi przemysłu.

Chemia żywności. Sacharydy, lipidy i białka. Tom 2

Sikorski Z.E. (red.)

Wydawnictwo: WNT, 2007, ISBN 978-83-204-3275-6, stron 304, cena 38,70 zł

Piąte wydanie znanego i cenionego podręcznika akademickiego zostało gruntownie zmienione. Zaktualizowano jego treść oraz dodano nowe rozdziały uwzględniające najnowsze zdobycze wiedzy o żywności i żywieniu człowieka.

Książka ukazuje się teraz w trzech następujących tomach:

Tom 1. Składniki żywności.

Tom 2. Sacharydy, lipidy i białka.

Tom 3. Odżywcze i zdrowotne właściwości składników żywności.

Książka jest adresowana do studentów i pracowników naukowych wydziałów związanych z chemią, technologią i biotechnologią żywności, żywieniem człowieka, bromatologią itp. akademii rolniczych, akademii i uniwersytetów medycznych oraz politechnik. Będzie też przydatna dla technologów, towaroznawców i producentów żywności pracujących w zakładach produkujących i przetwarzających żywność.

W tomie 2 scharakteryzowano sacharydy, lipidy i białka - związki chemiczne mające największy udział w składzie produktów żywnościowych, opisano właściwości funkcjonalne tych składników oraz ich wpływ na tworzenie się pożądaných sensorycznych cech produktów, a także chemiczne i biochemiczne przemiany składników żywności zachodzące podczas jej przetwarzania i przechowywania oraz nowoczesne metody oznaczania białek żywności.

Opracował: *Stanisław Popek*

53. MIĘDZYNARODOWY KONGRES NAUKI O MIĘSIE I TECHNOLOGII MIĘSA

53. Międzynarodowy Kongres Nauki o Mięsie i Technologii odbył się w Pekinie w dniach 05-09.08.2007 r. Komitetowi organizacyjnemu i naukowemu przewodniczył prof. Guanghong Zhou. Motto Kongresu było następujące: „Szanse, innowacje i wyzwania” (Chance, Innovation and Challenge).

W kongresie uczestniczyło 385 pracowników nauki. Najliczniejszą grupę stanowili gospodarze, których było 100. Mniej liczne były grupy z: Korei, USA, Japonii, Tajwanu, Hiszpanii, Szwecji, Tajlandii, Polski, odpowiednio: 35, 28, 25, 20, 19, 11, 10 i 9 osób. Bardzo nieliczna, bo 5-osobowa, była reprezentacja Południowej Afryki; wszak to państwo będzie organizatorem kongresu w 2008 r. Z Rosji uczestniczyło w kongresie jedynie 2 naukowców.

W materiałach kongresowych, na 636 stronach, opublikowano 310 opracowań naukowych, autorstwa ponad 1200 osób z 41 państw, z 5 kontynentów. Za zjawisko naturalne uznać należy imponujący udział gospodarzy w prezentacji dorobku chińskich instytucji naukowych zajmujących się problematyką surowców rzeźnych i ich przetwarzaniem – przedstawiono 52 plakaty, stanowiące 16,6% wszystkich prac badawczych opublikowanych w materiałach kongresowych. Wiele plakatów zaprezentowano z innych krajów Azji, w tym z Korei: 31 (10,0%), z Tajwanu 19 (6,0%) oraz z Japonii 17 (5,5%). Spośród krajów europejskich wyróżniali się pracownicy nauki o mięsie i jego przetwarzaniu z Hiszpanii, którzy przedstawili 26 opracowań (8,4%), a także z Polski, przedstawiając 14 plakatów (4,5%). Po 10 plakatów przedstawiono z Niemiec i z Nowej Zelandii.

Podczas Kongresu odbyło się 6 sesji plenarnych, w czasie których wygłoszono 17 wykładów, z których 15 opublikowano w specjalnym numerze Meat Science. Natomiast rzeczywiste bogactwo naukowego przekazu dorobku nauki o mięsie i jego technologii pozostaje do przestudiowania w materiałach kongresowych.

Naukowa problematyka kongresu, zgrupowana w 8 sesjach problemowych, była zogniskowana wokół teoretycznych i praktycznych zagadnień nauki o mięsie oraz co-

dziennej praktyki przemysłu mięsnego. Były nimi następujące sesje: **1.** Bezpieczeństwo zdrowotne mięsa. (Meat safety). **2.** Produkcja mięsa. (Meat production). **3.** Biochemia mięśni. (Muscle biochemistry). **4.** Jakość mięsa i żywienie. (Meat quality and nutrition). **5.** Przetwarzanie mięsa i opakowywanie. (Meat processing and packaging). **6.** Wyroby mięsne i problematyka odnosząca się do konsumentów. (Meat products and consumer topics). **7.** Ubój zwierząt rzeźnych i ich dobrostan. (Animal slaughtering and Animals welfare). **8.** Sesja uzupełniająca (Supplementary). Dwie ostatnie sesje, tj. 7. i 8. nie były poprzedzane wykładami plenarnymi.

Podczas **1. sesji** problemowej zaprezentowano 3 wykłady plenarne:

- T. McMeekin z Australii - „Mikrobiologia predykcyjna, ilościowa nauka dostarczająca ilościowych korzyści przemysłowi mięsnemu i innym branżom przemysłu żywnościowego”,
- M. Koohmaraie z USA - „Postępowanie ukierunkowane na zmniejszenie (ograniczenie) i/lub całkowite wyeliminowanie zanieczyszczenia mięsa mielonego *Escherichia coli* O157:H7,
- P. Desmarchelier z Australii - „Zarządzanie bezpieczeństwem i jakością mięsa czerwonego podczas obrotu”.

W części plakatowej tej sesji zaprezentowano ponadto 35 plakatów.

Sesję 2. zainaugurowały wykłady:

- N. Li z Chin - „Identyfikacja QTL (Quantitative Trait Loci) wpływających na jakość mięsa i jego zastosowanie w hodowli zwierząt”,
- M. Dikemann z USA - „Wpływ metabolicznych regulatorów na jakość mięsa”,
- D. Garrard z USA - „Rozwój mięśni a jakość mięsa”.

Wykłady tej sesji plenarnej uzupełniało 38 prezentacji plakatowych.

Podczas **3. sesji** ogłoszono 2 wykłady plenarne:

- Y. Xiong z USA - „Kruchość i trwałość oksydacyjna mięśni *post mortem* pochodzących od krów o różnicowanym wieku”,
- K. Hollund z Norwegii - „Zastosowanie proteomiki w celu zrozumienia molekularnego mechanizmu kształtowania jakości mięsa”.

Szczegółową ilustracją tej sesji były 42 plakaty.

Wprowadzeniami do problematyki **4. sesji** były wykłady plenarne:

- J. Wood z Wielkiej Brytanii - „Deponowanie tłuszczu i jego rola w kształtowaniu jakości mięsa”,
- Ch. R. Calkin z USA - „Nowe spojrzenie na smakowitość mięsa”,
- D.F.M. van de Viel, z Holandii - „Wykorzystanie proteomiki do polepszania jakości mięsa”.

Problematyka tej sesji plenarnej była prezentowana na 89 posterach.

Podczas **5. sesji** ogłoszono 3 wykłady plenarne:

- G. Zou z Chin - „Technologia wytwarzania tradycyjnej szynki – Jinhua”,

- J. Arnau - „Technologie skracania procesu suszenia wyrobów mięsnych peklowanych mieszką peklującą”,
- L. Steward - „Postęp w technologii pakowania mięsa”.
W tej sesji zaprezentowano 69 plakatów.
W **6. sesji** wygłoszono 3 wykłady plenarne:
 - J. Sebranek z USA - „Produkcja peklowanych wyrobów mięsnych bez bezpośredniego użycia azotanu(III) i/lub azotanu(V). W czym tkwi zagrożenie ?”
 - R. Talon z Francji - „Mikrobiologiczny ekosystem w tradycyjnie fermentowanych produktach mięsnych: zainteresowanie natywnymi kulturami startowymi”,
 - H. Swatland z Kanady - „Stratyfikacja twardości w pieczeniu z mięsa wołowego”.Tę sesję zilustrowano 27 plakatami. Podczas sesji 7. i 8. przedstawiono jedynie plakaty, w tym w sesji 7. 5 a w 8. 11.

Przytoczenie tytułów wykładów plenarnych miało na celu przybliżenie potencjalnemu Czytelnikowi współczesnej problematyki nauki o mięsie i technologii mięsa, zilustrowanej przez tytuły sześciu sesji naukowych. Z przyczyn niewymagających uzasadniania nie można było w tym informacyjnym artykule omówić przekazu twórczej myśli naukowej, opublikowanej na 636 stronach materiałów kongresowych.

Uczestnikom kongresu, w jego nie merytorycznej części, umożliwiono zwiedzenie Chińskiego Muru oraz grobowców dynastii Ming.

Kolejny, 54. Międzynarodowy Kongres Nauki o Mięsie i Technologii Mięsa będzie połączony z 17. Światowym Kongresem Mięsnym (17th World Meat Congress) i odbędzie się w dniach 08-10.09.2008 r. w Cape Town, w Południowej Afryce. Kolejne kongresy, tj. 55. odbędzie się w Kopenhadze, w 2009 r. a 56. w Seulu, w Korei Płn., w 2010 r. Następne kongresy, tj. w latach 2011-2014 odbędą się odpowiednio w: Belgii, Kanadzie, Turcji i Egipcie.

Zbigniew Duda

**ŻYWNOŚĆ A JAKOŚĆ ŻYCIA. UWARUNKOWANIA
TECHNOLOGICZNE, HIGIENICZNE, ŻYWIENIOWE
I KULTUROWE**

**XXXVIII SESJA NAUKOWA KOMITETU NAUK O ŻYWNOŚCI PAN
20 – 21 września 2007 r.**

W dniach 20-21 września 2007 r., w Olsztynie, odbyła się XXXVIII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności PAN, zorganizowana przez olsztyńskie środowisko naukowe reprezentowane przez Wydział Nauki o Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, a także Oddział Olsztyński Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności.

W programie Sesji uwzględniono jubileusz 50-lecia Komitetu Nauk o Żywności PAN oraz 20-lecie działalności Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie.

W Sesji uczestniczyło 221 pracowników ze wszystkich krajowych (15) ośrodków akademickich (180 osób) oraz instytutów (41 osób) zajmujących się badaniami w obszarze nauki o żywności i żywieniu człowieka oraz towaroznawstwa, w tym 3 osoby z zagranicy, 1 z Czech i 2 ze Słowacji.

Po uroczystym otwarciu Sesji przez JM Rektora UWM w Olsztynie, prof. dr hab. Ryszarda Góreckiego, uczestnicy wysłuchali trzech referatów plenarnych, a mianowicie:

- prof. dra hab. Adolfa Horubały – „50-lecie Komitetu Nauk o Żywności PAN (poprzednio Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN)”,
- prof. dra hab. Stanisława Achremczyka (historyka) – „Dziedzictwo kulturowe Warmii i Mazur”,
- doc. dra hab. Mariusza Piskuły – „Nauka o żywności: od technologii do dziedziny naukowej – XX lat Oddziału Nauki o Żywności IRZiBŻ PAN w Olsztynie”.

W opinii większości słuchających, referaty przyjęto z dużym zainteresowaniem, z tym że referaty przypominające historię Komitetu Nauk o Żywności i Oddziału Na-

uki o Żywności IRZiBŻ PAN w Olsztynie odebrano z różnym stopniem emocji, w zależności od wieku i zaangażowania uczestników Sesji w tworzenie tych instytucji. Treści referatu o dziedzictwie kulturowym Warmii i Mazur uznano za bardzo interesujące, ponieważ przedstawione w nim historyczne fakty, a także informacje dotyczące tradycji żywieniowych Warmiaków i Mazurów były dla większości słuchaczy wcześniej nieznane.

Dalszy program Sesji realizowano w czterech sekcjach. W każdej wydzielono część referatową (doniesienia ustne), poprzedzoną wykładem wprowadzającym oraz część tzw. posterową, w której doniesienia prezentowano na plakatach.

Program Sekcji I nt. „Żywność a zdrowie człowieka” obejmował wykład wprowadzający prof. dra hab. Wojciecha Roszkowskiego i prof. dra hab. Jana Gawęckiego pt. „Profile żywnościowe i ich praktyczne zastosowanie”. Przedstawiono w nim instrumenty poprawy zdrowia ludności w zakresie chorób dietozależnych, koncepcję profili żywieniowych oraz problemy związane z ich opracowaniem, a także niektóre aspekty wdrażania nowych przepisów dotyczących oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych na polskim rynku.

W sekcji I ogłoszono 5 doniesień, z których 2 dotyczyły edukacji żywieniowej, 2 charakterystyki składników funkcjonalnych żywności, a 1 zagrożeń zdrowotnych. Duże zainteresowanie wzbudził komunikat pt. „Zagrożenia związane ze spożyciem małych dwuskorupowych, zawierających biotoksyny morskie” (dr M. Michalski, PIW Puławy), w którym stwierdzono, że znaczna część mięczaków morskich jest skażona groźnymi toksynami, a ich głównym źródłem jest plankton morski. Za najbardziej niebezpieczne dla człowieka uważane są toksyny paralityczne.

W sesji posterowej przedstawiono 13 prac. Ich tematyka dotyczyła następujących zagadnień:

- oceny sposobu żywienia, preferencji pokarmowych i postaw konsumenckich w aspekcie profilaktyki chorób dietozależnych,
- wpływu żywności i jej składników na metabolizm i układ immunologiczny organizmu zwierząt doświadczalnych,
- zmian składu i właściwości antydoksydacyjnych żywności poddanej trawieniu w układach modelowych,
- powstawaniu szkodliwych trans izomerów kwasów tłuszczowych w procesach technologicznych i kulinarnych.

Zainteresowanie dyskutantów wzbudził cykl prac, w których z pomocą metod statystycznych analizowano sposoby żywienia dzieci, młodzieży, kobiet i osób starszych, wskazując na związki między konsumpcją niektórych grup żywności (transgeniczna, funkcjonalna, typu fast-food itp.) a zagrożeniem otyłością i niedokrwienną chorobą serca. Zwrócono także uwagę na istotną dodatnią korelację między umieralnością starszych kobiet a spożyciem przez nie produktów zbożowych, co można wiązać z upo-

wszechnianiem się w starszym wieku przypadków atopowej celiakii, wywołanej przez epitopy peptydów, pochodnych alfa-gliadyny.

Godnymi odnotowania są wyniki badań dotyczące poszukiwania zależności między nadmierną masą ciała a poziomem hormonalnych modulatorów sytości oraz wyniki prac wskazujące na to, że procesy smażenia i smarowania tłuszczem blach piekarskich sprzyjają tworzeniu się znaczących ilości trans izomerów kwasów tłuszczowych we frytkach i pieczywie.

Uczestniczący w obradach Sekcji II nt. „Biologicznie aktywne składniki żywności” wysłuchali wykładu wprowadzającego pt. „Mechanizmy oddziaływania biologicznie aktywnych składników żywności”, w którym dr hab. Krzysztof Bryl (biofizyk) przedstawił molekularne podstawy oddziaływania biologicznie aktywnych składników żywności np. reakcje molekuł prowadzących do odczuwania smaku, zapachu i barwy. Myślą przewodnią wykładu było wykazanie, że wielka bioróżnorodność aktywnych molekuł pod względem fizycznym polega na kilku typach oddziaływań molekularnych, głównie elektromagnetycznych.

Następnie wygłoszono siedem doniesień naukowych. Tematyka trzech z nich dotyczyła biologicznie aktywnych składników żywności pochodzenia roślinnego np. jagody kaczackiej, a w trzech kolejnych przedstawiono wyniki badań dotyczących wpływu obróbki technologicznej na zawartość i aktywność składników żywności np. betaidyny, biologicznie aktywnych peptydów i flawonoidów.

W sesji posterowej zaprezentowano wyniki 39 prac. Ich tematyka dotyczyła w przeważającej części surowców roślinnych, w których najczęściej charakteryzowano polifenole oraz ich właściwości przeciwutleniające, ponadto glukozydolazy, karotenoidy, witaminy, a także zanieczyszczenia żywności np. azotany, metale toksyczne. Prezentowaną na plakatach problematykę badawczą można podzielić na 3 grupy tematyczne a mianowicie:

- kształtowanie jakości żywności w procesach technologicznych,
- ocena oddziaływania warunków środowiska na substancje bioaktywne w żywności (głównie wyniki badań modelowych),
- towaroznawcza ocena jakości produktów gotowych, zakupionych na rynku.

W Sekcji III nt. „Metody i systemy oceny jakości żywności” wykład wprowadzający pt. „Metody immunologiczne w badaniu właściwości alergicznych żywności” wygłosiła doc. dr hab. Barbara Wróblewska z IRZiBŻ PAN w Olsztynie. Autorka zapoznała słuchaczy z przyjętym w 2001 r., w Rzymie, schematem Drzewa Decyzyjnego FAO/WHO oraz metodami postępowania analitycznego podczas oceny alergeniczności nowych produktów spożywczych, w tym określenie podobieństwa strukturalnego i sekwencji aminokwasowej nowego białka w porównaniu do znanych już alergenów, oznaczeniem zdolności reagowania ocenianego białka z surowicami osób uczulonych, podatnością białka na hydrolizę enzymatyczną oraz zastosowaniem testów bionicznych

i bioinformatycznych. Najczęściej stosowane metody analityczne: głównie RAST inhibition, elektroforeza w systemie SDS-PAGE, immunoblotting, podwójna immunodifuzja Ouchterlonego, raketowa immunoelektroforeza, elektroforeza dwukierunkowa oraz test ELISA, spełniają wymagania niezbędnej czułości detekcji alergenu w żywności w zakresie 1-100 mg/kg.

W Sekcji III przedstawiono 7 doniesień ustnych i 108 posterów. Ich tematyka obejmowała następujące zagadnienia:

- ocena mikrobiologicznej jakości żywności np. z zastosowaniem techniki PCR,
- uwarunkowania surowcowe jakości żywności np. potencjału antyoksydacyjnego, metody jego oznaczenia,
- postęp w metodyce analizy składników żywności np. zastosowanie chromatografii dwuwymiarowej (GC-GC-TOF-MS) w oznaczeniu związków fenolowych w piwie lub metody chemiluminescencyjnej w ocenie pojemności antyoksydacyjnej kaszy gryczanej.

W opinii prowadzących obrady Sekcji III zaprezentowane wyniki badań potwierdziły wzrastające możliwości precyzyjnej analizy składu chemicznego, właściwości surowców i produktów spożywczych. Sprzyja temu postęp w technikach analitycznych, większe możliwości zakupu nowoczesnej aparatury analitycznej, a także rozszerzająca się współpraca specjalistów z zakresu technologii żywności i żywienia z zespołami nauk podstawowych np. fizyki i chemii.

Obrady w Sekcji IV rozpoczęto interesującym wykładem wprowadzającym pt. „Jakość i bezpieczeństwo żywności” wygłoszonym przez prof. dra hab. Romualda Zalewskiego z Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Autor zwrócił uwagę na różne definicje jakości. Przedstawił zagadnienia analitycznego modelu żywności, asymetrii w ocenie jakości i bezpieczeństwa żywności.

Uczestniczący w obradach sekcji IV wysłuchali 4 doniesień oraz zapoznali się z wynikami badań prezentowanych na 20 plakatach.

Problematyka doniesień ustnych dotyczyła relacji konsumentów – produkty spożywcze z uwzględnieniem preferencji konsumentów żywności ekologicznej. W odniesieniu do tego typu żywności wskazano też na zalecenia żywieniowe profilaktyki chorób dietozależnych. Duża część prezentowanych wyników badań dotyczyła aspektów ekonomicznych produkcji niektórych surowców np. mleka, produktów spożywczych, a także usług żywieniowych. W kilku doniesieniach zaprezentowano wyniki badań dotyczących oceny jakości żywności w zależności od jej składu chemicznego, warunków produkcji i dystrybucji. W tym zakresie do interesujących zaliczyć można wyniki badań czynników decydujących o preferencji owoców, warzyw, dań gotowych, a także stosowania przypraw.

Organizatorzy Sesji komisyjnie oceniali jakość prezentowanych doniesień, uwzględniając ich wartość merytoryczną, a także sposób prezentacji. W ocenie

uwzględniono przede wszystkim opinie prowadzących obrady w sekcjach tj. dr hab. Danuty Góreckiej, prof. dra hab. Franciszka Świderskiego, prof. dra hab. Jana Gawęckiego, prof. dr hab. Lidii Wądołowskiej, prof. dra hab. Zbigniewa Czarneckiego, prof. dra hab. Romana Grzybowski, prof. dr hab. Eulalii Julitty Borowskiej, prof. dr hab. Barbary Baraniak, prof. dr hab. Teresy Fortuny, prof. dra hab. Zenona Zduńczyka, prof. dra hab. Jacka Kijowskiego oraz dra hab. Henryka Szymusiaka, prof. AE.

Stwierdzono duże zróżnicowanie tematyki i głębi naukowej prac. Większość z nich ma wartość praktyczną, a w mniejszym stopniu poznawczą. Godne podkreślenia jest wzajemne przenikanie się problematyki badań z zakresu technologii żywności, żywienia człowieka i towaroznawstwa. Wysoko oceniono prace informujące o postępie w analityce żywności, co umożliwi obiektywnie oceniać jej skład, bezpieczeństwo i wartość żywieniową.

Prowadzący obrady w poszczególnych sekcjach zaproponowali wyróżnić następujące doniesienia:

- H. Jeleń, M. Majcher – „Wykorzystanie chromatografii dwuwymiarowej do oznaczenia związków fenolowych w piwie” (Akademia Rolnicza w Poznaniu),
- M. Wronkowska, M. Soral-Śmietana, A. Wołęjszo, A. Troszyńska – „Ocena jakościowa i sensoryczna wypieków z handlowej kompozycji bezglutenowej z udziałem mąki gryczanej” (Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie),
- P. Gólek, W. Bednarski – „Wpływ fazy wzrostu wybranych bakterii z rodzaju *Lactobacillus* na wydajność syntezy biosurfaktanów” (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie),
- K. Pawlak-Lemanska, N. Szymańska B. Tyrakowska – „Aktywność przeciwutleniająca metylowanych flawonoidów w układach hydrofilowych i lipofilowych” (Akademia Ekonomiczna w Poznaniu).

W imieniu Organizatorów Sesji serdecznie dziękujemy wszystkim koleżankom i kolegom zaangażowanym w jej przygotowanie, a także za prowadzenie obrad poszczególnych sekcji. Dziękujemy sponsorom, bez hojności których program Sesji byłby mniej atrakcyjny.

Włodzimierz Bednarski, Jerzy Borowski

TECHNOLOG ŻYWNOSCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 17 Nr 4

grudzień 2007

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Zarząd Główny

W dniu 20 września 2007 r. w Olsztynie odbyło się zebranie Zarządu Głównego Towarzystwa. Omówiono bieżącą działalność Towarzystwa w drugim półroczu br.

Podczas uroczystego otwarcia XXXVIII Sesji Naukowej Komitetu Nauk o Żywności PAN w Olsztynie w dniu 20.09. br. Prezes Towarzystwa prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska wręczyła dyplomy członka honorowego Towarzystwa prof. dr hab. Adolfowi Horubale, prof. dr hab. Piotrowi Lewickiemu i prof. dr hab. Tadeuszowi Sikorze. Złotą Odznakę PTTŻ otrzymał Prezes Słowackiego Towarzystwa Nauk Rolniczych, Leśnych, Żywnościowych i Weterynaryjnych prof. Aleksander Dandar.

Rada Programowa

W dniu 20.09. br. w Olsztynie odbyło się zebranie Rady Programowej czasopisma „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość”, które prowadził prof. dr Antoni Rutkowski – przewodniczący Rady. Przeprowadzono ocenę czasopisma za rok 2006 i pierwsze półrocze 2007 r. Przyjęto plan pracy Redakcji na najbliższy rok.

Oddział Olsztyński

W dniach 20 – 21 września 2007 r. w Olsztynie odbyła się XXXVIII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności PAN, której współorganizatorem był Oddział Olsztyński PTTŻ (sprawozdanie z Sesji jest zamieszczone w tym numerze „Żywności”).

Sekcja Chemii i Technologii Tłuszczów

Sekcja Chemii i Technologii Tłuszczów była współorganizatorem Międzynarodowej Konferencji Naukowej nt.: „Izomery trans kwasów tłuszczowych – współczesne poglądy”, która odbyła się 24 października 2007 r. w SGGW w Warszawie.

Oddział Wielkopolski

W ramach wykładów organizowanych przez Oddział Wielkopolski PTTŻ, w dniu 8 listopada odbyło się spotkanie, podczas którego Pani dr Krystyna Pappelbaum, Kierownik Pracowni Mikrobiologicznej Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej w Bydgoszczy, przedstawiła odczyt nt. „Źródła i drogi rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń warzyw świeżych i mrożonych pałeczkami *Listeria*”

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE KONFERENCJE
I KONGRESY NAUKOWE

2007 r.

Listopad / grudzień

29.11. – 02.12. WARSZAWA = II Targi Lecznictwa Weterynaryjnego i Nadzoru nad Bezpieczeństwem Żywności "Weterynaria 2007"
Kontakt: www.targiweterynaria.pl

Grudzień

6 – 7 WARSZAWA = VI Konferencja Naukowa z cyklu „Jakość i bezpieczeństwo żywności”,
nt.: "Nowoczesne metody analityczne w zapewnieniu jakości i bezpieczeństwa żywności"
Kontakt: dr inż. Agata Marzec
e-mail: agata_marzec@sggw.pl
tel. 022 593 75 65

2008 r.

Luty

12 – 13 OLSZTYN – KORTOWO = XI Międzynarodowa Sesja naukowa nt.: „Postęp w technologii, technice, analityce i organizacji mleczarstwa”.
Kontakt: dr inż. Krzysztof Bohdziewicz, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością UWM, ul. Oczapowskiego 7, 10-719 Olsztyn; tel.: 89/5233908;
e-mail: k.bohdziewicz@uwm.edu.pl

Maj

28 – 29 ŁÓDŹ = XIII Sesja Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ nt.: „Żywność XXI wieku – szanse i zagrożenia”

Wrzesień

8 – 10 CAPE TOWN, South Africa = 17th World Meat Congress

14 – 16 WARSZAWA = 5th EUROPEAN CONGRESS ON NUTRITION AND HEALTH IN THE ELDERLYNHE – 2008

25 – 26 LUBLIN = III Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu „Mięso w przetwórstwie i żywieniu człowieka” nt.: „Tradycyjne i regionalne technologie i produkty w żywieniu człowieka”

Kontakt: dr inż. Agnieszka Latoch, dr inż. Joanna Stadnik

tel.: 081 462 33 40÷41, fax: 081 462 33 45

e-mail: ktmzj@ar.lublin.pl

Październik

19 – 24 SHANGHAI, China = The 14* IUFOST World Congress of Food Science and Technology, Food for Health and Wellbeing: Tradition Meets the Future,.

Contact: e-mail: cifst@yahoo.com.cn

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Przy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, RAISIO POLSKA FOODS Sp. z o.o. Karczew, FRITO – LAY POLAND Sp. z o.o. Grodzisk Mazowiecki, HORTIMEX Sp. z o.o. Konin.**

Przy Oddziale Łódzkim: **POLFARMEX S.A.**

Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o., Bielsko-Biała.**

Przy Oddziale Szczecińskim: **TECHNEX Sp. z o.o., Szczecin.**

Przy Oddziale Warszawskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO S.A., WARSZAWA.**

Przy Oddziale Wielkopolskim: **PRZEDSIĘBIORSTWO PRZEMYSŁU FERMENTACYJNEGO „AKWAWIT” S.A., Leszno, HORTIMEX Sp. z o.o., Konin, SŁAWSKI ZAKŁAD PRZETWÓRSTWA MIĘSA I DROBIU s.c. „BALCERZAK I SPÓŁKA”, Wróblów k. Sławy, POZMET S.A., Poznań.**

Przy Oddziale Wrocławskim: **REGIS Wieliczka.**

Materiał zawarty w Nr 4/2007 Biuletynu podano według stanu informacji do dnia 1 grudnia 2007 r.

Materiały do Nr 1/2008 prosimy nadsyłać do dnia 1 marca 2008 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKAT

Informujemy P.T. Autorów, że aktualne *Informacje dla Autorów oraz wymagania redakcyjne* publikujemy na stronie **www.pttz.org**

**Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

PREZES / ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska Prezes PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel./fax: 022 843 87 11 e-mail: danuta_kolozyn_krajewska@sggw.pl
Dr inż. Stanisław Kalisz Sekretarz PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: stanislaw_kalisz@sggw.pl
Prof. dr hab. Piotr Przybyłowski Oddział Gdański	AM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 058 621 70 41; Fax.: 058 62 02 831
Prof. dr hab. Stanisław Mleko Oddział Lubelski	AR, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN Tel.: 081 444 63 10
Prof. PŁ, dr hab. Lucjan Krala Oddział Łódzki	PŁ, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 042 613 34 68; Fax. 042 636 74 88
Dr hab. Grażyna Jaworska Oddział Małopolski	AR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel. 012 661 47 50; e-mail: rrgjawor@cyf-kr.edu.pl
Dr hab. inż. Katarzyna Majewska Oddział Olsztyński	UWM, ul. Słoneczna 44A, 10-718 OLSZTYN Tel.: 089 523 32 70; e-mail: kasia@uwm.edu.pl
Prof. dr hab. Kazimierz Lachowicz Oddział Szczeciński	AR, ul. Kazimierza Królewicza 3, 71-550 SZCZECIN Tel.: 091 423 10 61
Prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel./fax: 022 593 75 68 e-mail: dorota_witrowa_rajchert@sggw.pl
Dr hab. Grażyna Lewandowicz Oddział Wielkopolski	AR, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60, Fax.: 061 848 71 46
Prof. dr hab. Zygmunt Gil Oddział Wrocławski	AR, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 04; Fax: 071 320 54 77
SEKCJE	
Doc. dr hab. Renata Jędrzejczak Analizy i Oceny Żywności	IBPRS, ul. Rakowiecka 36, 02-532 WARSZAWA Tel. 022 849 02 24; 0606 38 76; Fax: 022 849 04 26
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	WSliZ, ul. Rakowiecka 32, 02-532 WARSZAWA Tel.: 022 646 20 60; e-mail: krajewski@wsliiz.pl
Prof. dr hab. Edward Pospiech Technologii Mięsa	AR, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60; e-mail: pospiech@au.poznan.pl
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier Chemii i Technologii Tłuszczów	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 847 58 17
Prof. dr hab. Waław Leszczyński Technologii Węglowodanów	AR, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 21; Fax: 071 320 52 73
Dr inż. Katarzyna Marciniak-Łukasiak Młodej Kadry Naukowej	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: katarzyna_marciniak_lukasiak@sggw.pl