



# ŻYWNOŚĆ

*Nauka Technologia Jakość*

---

# FOOD

*Science Technology Quality*

**Nr 2 (63)**

**Kraków 2009**

**Rok 16**

**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: wnpttz@wp.pl; 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 Kisza, prof. dr hab. Helena Oberman

**RADA KONSULTACYJNA:** prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr Jerzy Jankun (USA),  
dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr Marian Naczka (Kanada), prof. dr Jan Pokorný (Czechy),  
prof. dr Roman Przybylski (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 2009

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. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności

Nr 2 (63)

Kraków 2009

Rok 16

## SPIS TREŚCI

Od Redakcji .....	3
HELENA PANFIL-KUNCEWICZ, ANDRZEJ KUNCEWICZ, ARTUR PUŁAWSKI: Wpływ opakowania na trwałość mleka spożywczego .....	5
MAŁGORZATA ZIARNO, DOROTA ZARĘBA, JOLANTA PISKORZ: Wzbogacanie maślanki w wapń, magnez oraz białka serwatkowe .....	14
EUGENIA GRZEŚKOWIAK, BRONISŁAW BORYS, JERZY STRZELECKI, KAROL BORZUTA, ANDRZEJ BORYS, DARIUSZ LISIAK: Podstawowy skład chemiczny oraz wybrane parametry fizykochemiczne mięsa jagniąt tuczonych paszami suchymi lub z udziałem zielonek .....	28
TOMASZ SZABLEWSKI, JACEK KIJOWSKI, RENATA CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA, ANNA DZIEDZIC, ANNA KAMIŃSKA: Wpływ promieniowania UV na stan mikrobiologiczny skorupy oraz jakość treści jaj .....	40
ROBERT DULIŃSKI, KRZYSZTOF ŻYŁA: Wpływ egzogennych preparatów fitaz na zawartość fosforanów inozytolu w cieście i pieczywie żytnim .....	53
ANNA OSTASIEWICZ, ALICJA CEGLIŃSKA, SYLWIA SKOWRONEK: Jakość pieczywa żytniego z dodatkiem zakwasów .....	67
EWA SIEMIANOWSKA, KRYSZYNA A. SKIBNIEWSKA, JÓZEF TYBURSKI, KATARZYNA MAJEWSKA, ANNETTE MEYER-WIENEKE, CHRISTINE HEISTERMANN: Zawartość błonnika pokarmowego i kwasu fitynowego w chlebie orkiszowym w zależności od odmiany pszenicy .....	75
ANNA DIOWKSZ, DANUTA SUCHARZEWSKA, WOJCIECH AMBROZIAK: Rola błonnika pokarmowego w kształtowaniu cech funkcjonalnych ciasta i chleba bezglutenowego .....	83
BEATA PASZCZYK, ZBIGNIEW BOREJSZO, ALEKSANDRA SZEWCZYK: Skład kwasów tłuszczowych – z uwzględnieniem izomerów trans – w wybranych ciastach .....	94
ANNA ŻBIKOWSKA, JAROSŁAWA RUTKOWSKA, ANNA MARCINKIEWICZ: Ocena mechanicznych właściwości ciastek kruchych metodą instrumentalną .....	103
MONIKA RAJKOWSKA, MAGDALENA HOLAK, MIKOŁAJ PROTASOWICKI: Makro- i mikroelementy w wybranych sortymentach piwa .....	112
SŁAWOMIR PIETRZYK, TERESA FORTUNA, IRENA BOJDO-TOMASIAK, KAROLINA MORAWIEC: Wpływ temperatury i czasu przechowywania na wybrane parametry jakościowe owoców kandyzowanych .....	119
BARBARA MAZUR, EULALIA J. BOROWSKA, MAGDALENA POLAK: Zawartość witaminy C i pojemność przeciwutleniająca owoców i przecierów z żurawiny błotnej i wielkoowocowej .....	130
EWELINA PIASECKA, MAŁGORZATA UCZCIWEK, ROBERT KLEWICKI: Odwadnianie osmotyczne owoców w roztworach zawierających fruktooligosacharydy .....	138
PAWEŁ NOWICKI: Poziom zapewnienia jakości świadczonych usług przez sieć barów bistro w opinii klientów .....	154
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym .....	167
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR: Współczesny leksykon wiedzy o żywności .....	169
STANISŁAW POPEK: Nowe książki .....	171
<b>Technolog Żywności .....</b>	<b>173</b>

*Zamieszczone artykuły są recenzowane*

*Czasopismo jest referowane przez: AGRO-LIBREX, Chemical Abstracts Service, IFIS,  
Journal Citation Reports / Science Edition; Citation Index Expanded*

# FOOD. Science. Technology. Quality

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

No 2 (63)

Kraków 2009

Vol. 16

## CONTENTS

From the Editor .....	3
HELENA PANFIL-KUNCEWICZ, ANDRZEJ KUNCEWICZ, ARTUR PUŁAWSKI: Effect of packaging on durability of pasteurized milk .....	5
MAŁGORZATA ZIARNO, DOROTA ZARĘBA, JOLANTA PISKORZ: Fortifying buttermilk with calcium, magnesium, and whey proteins .....	14
EUGENIA GRZEŚKOWIAK, BRONISŁAW BORYS, JERZY STRZELECKI, KAROL BORZUTA, ANDRZEJ BORYS, DARIUSZ LISIAK: Basic chemical composition and selected physicochemical parameters of lamb meat fattened with dry feeds or with feeds supplemented with green fodder .....	28
TOMASZ SZABLEWSKI, JACEK KIJOWSKI, RENATA CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA, ANNA DZIEDZIC, ANNA KAMIŃSKA: Effect of UV radiation on microbiological condition of eggshell and on quality of egg content .....	40
ROBERT DULIŃSKI, KRZYSZTOF ŻYŁA: Effect of exogenic preparations on content of inositol phosphates in rye dough and rye bread .....	53
ANNA OSTASIEWICZ, ALICJA CEGLIŃSKA, SYLWIA SKOWRONEK: Quality of rye bread with leavens added .....	67
EWA SIEMIANOWSKA, KRYSZYNA A. SKIBNIEWSKA, JÓZEF TYBURSKI, KATARZYNA MAJEWSKA, ANNETTE MEYER-WIENEKE, CHRISTINE HEISTERMANN: Content of dietary fibre and phytic acid in spelt bread depending on wheat variety .....	75
ANNA DIOWKSZ, DANUTA SUCHARZEWSKA, WOJCIECH AMBROZIAK: Function of dietary fibre in forming functional properties of gluten free dough and bread .....	83
BEATA PASZCZYK, ZBIGNIEW BOREJSZO, ALEKSANDRA SZEWCZYK: Composition of fatty acids including the content of trans isomers in some selected cakes .....	94
ANNA ŻBIKOWSKA, JAROSŁAWA RUTKOWSKA, ANNA MARCINKIEWICZ: Evaluation of mechanical properties of shortcrust cookies using an instrumental method .....	103
MONIKA RAJKOWSKA, MAGDALENA HOLAK, MIKOŁAJ PROTASOWICKI: Macro- and microelements in some selected assortments of beer .....	112
SŁAWOMIR PIETRZYK, TERESA FORTUNA, IRENA BOJDO-TOMASIAK, KAROLINA MORAWIEC: The influence of temperature and time of storage on selected qualitative parameters of candied fruits .....	119
BARBARA MAZUR, EULALIA J. BOROWSKA, MAGDALENA POLAK: Content of vitamin C in and antioxidant capacity of wild and cultivated cranberry fruit and of their pulps .....	130
EWELINA PIASECKA, MAŁGORZATA UCZCIWEK, ROBERT KLEWICKI: Osmotic dehydration of fruits in solutions containing fructooligosaccharides .....	138
PAWEŁ NOWICKI: Guaranteed level of service quality in a network of bistro bars as perceived by customers .....	154
GRAŻYNA MORKIS: Food Problems in Polish and EU Legislation .....	167
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR: Food Science Lexicon .....	169
STANISŁAW POPEK: Book reviews .....	171
<b>The Food Technologist .....</b>	<b>173</b>

*Only reviewed papers are published*

*Covered by: AGRO-LIBREX and Chemical Abstracts Service and IFIS,  
Journal Citation Reports / Science Edition; Citation Index Expanded*

## OD REDAKCJI

Szanowni Państwo,

przekazujemy Państwu nr 2(63) naszego czasopisma. Zamieściliśmy w nim artykuły naukowe i materiały informacyjne, które, mamy nadzieję, spełnią Państwa oczekiwania.

Przypominamy Państwu, że otrzymaliśmy z **THOMSON REUTERS** informację o wpisaniu czasopisma *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość* na listy:

**Science Citation Index Expanded,**


**Journal Citation Reports/Science Edition,**

na których czasopismo będzie indeksowane i zamieszczane będą streszczenia.

Jest to ważne wydarzenie świadczące o pozycji naszego czasopisma. Utrzymanie się na liście i otrzymanie Impact Factor (IF) zależy od Państwa! Stąd stały nasz apel o cytowanie artykułów publikowanych w *ŻYWNOSCI* w artykułach kierowanych do czasopism z tzw. „listy filadelfijskiej”. Uzyskanie odpowiedniego IF będzie podstawą otrzymania odpowiedniej punktacji MNiSzW.

Kraków, czerwiec 2009 r.

Redaktor Naczelny



*Tadeusz Sikora*



Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Wydział Nauk o Żywności  
**Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych  
i Zarządzania Jakością**

ul. Norwida 25, 50-375 Wrocław

tel. 071 3205 121, fax: 071 3205 140, e-mail: [ktsz@wnoz.up.wroc.pl](mailto:ktsz@wnoz.up.wroc.pl), <http://wnoz.up.wroc.pl/wnoz/ktsz>

---

zapraszają na

**IV Międzynarodową Konferencję z cyklu:  
"QUALITY AND SAFETY IN FOOD PRODUCTION CHAIN"  
„JAKOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO ZDROWOTNE W ŁAŃCUCHU  
PRODUKCJI ŻYWNOSCI”**

Konferencja odbędzie się we Wrocławiu w dniach 24 - 25 września 2009 r.

Tematyka Konferencji

1. Systemy bezpieczeństwa w łańcuchu produkcji żywności
2. Metody analityczne w żywności
3. Nowe technologie w doskonaleniu żywności tradycyjnej i funkcjonalnej
4. Utrwalanie żywności i systemy opakowań
6. Systemy edukacyjne w budowaniu świadomości i zachowań konsumentów

Szczegółowe informacje publikujemy na stronie internetowej

<http://wnoz.up.wroc.pl/wnoz/ktsz>.

Adres do korespondencji:

Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością

ul. C. K. Norwida 25;50-375 Wrocław

tel./fax 071 3205140; e-mail: [ktsz@wnoz.up.wroc.pl](mailto:ktsz@wnoz.up.wroc.pl)

[www.up.wroc.pl](http://www.up.wroc.pl)

Serdecznie zapraszamy

Sekretarz Konferencji  
dr hab. Grażyna Krasnowska, prof. UP  
dr inż. Małgorzata Korzeniowska

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego  
Prof. dr hab. Tadeusz Trziszka

HELENA PANFIL-KUNCEWICZ, ANDRZEJ KUNCEWICZ, ARTUR PUŁAWSKI

## WPLYW OPAKOWANIA NA TRWAŁOŚĆ MLEKA SPOŻYWCZEGO

### Streszczenie

Jednym z ważniejszych czynników warunkujących bezpieczeństwo i trwałość mleka spożywczego jest jego opakowanie. Obecnie do pakowania mleka stosuje się opakowania z tworzyw sztucznych oraz laminaty z tworzyw, kartonu i folii aluminiowej. Najlepszą trwałość mleka spożywczego zapewniają wielowarstwowe, laminowane opakowania kartonowe. Osiągnięcie podobnych efektów w przypadku pakowania mleka w opakowania z tworzyw sztucznych wymaga zastosowania materiałów barierowych dla tlenu i światła np. z dodatkiem barwników lub substancji pochłaniających UV. Wybór tworzywa opakowaniowego do pakowania mleka powinien przede wszystkim zapewnić jak najlepszą ochronę produktu z równoczesnym uwzględnieniem aspektów ekologicznych zastosowanych opakowań.

**Słowa kluczowe:** mleko pasteryzowane, tworzywa opakowaniowe, trwałość mleka

### Wstęp

Mleko spożywcze należy do szczególnych produktów mleczarskich ze względu na swoje znaczenie i popularność w diecie człowieka, a głównie w diecie dzieci i ludzi starszych. Ponadto mleko spożywcze stanowi atrakcyjny produkt w strategii marketingowej producenta z uwagi na stosunkowo prostą technologię produkcji i wykorzystanie wszystkich składników surowca. Na przestrzeni lat jakość mleka spożywczego uległa znacznej poprawie, co należy łączyć z poprawą jakości surowca, udoskonaleniem procesu technologicznego wyrobu tego produktu oraz wdrożeniem nowoczesnych opakowań i metod pakowania [10, 15].

Do pakowania mleka spożywczego stosuje się dwie technologie: pakowanie aseptyczne (mleko UHT, mleko pasteryzowane) oraz pakowanie w podwyższonym standardzie higienicznym (mleko pasteryzowane) [5, 6, 11]. Pakowanie aseptyczne polega na oddzielnej sterylizacji opakowania oraz oddzielnym, najczęściej termicznym, utrwaleniu produktu, a następnie w sterylnej przestrzeni napełnieniu jałowych opakowań

---

*Prof. dr hab. H. Panfil-Kuncewicz, A. Puławski, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, prof. dr hab. A. Kuncewicz, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. M. Oczapowskiego 7, 10-719 Olsztyn*

sterylizowanym lub pasteryzowanym mlekiem i hermetycznym zamknięciu opakowania [5]. Do pakowania w podwyższonym standardzie higienicznym wykorzystuje się wybrane elementy pakowania aseptycznego np. wyjąłowanie opakowań lub napełnianie ich i zamykanie w atmosferze sterylnego powietrza [7, 9]. Zastosowanie obu zabiegów zbliża pakowanie do metody aseptycznej. Obecnie wymienione metody pakowania można już zaliczyć do klasycznych, a ich szczegółowe opisy oraz ich wpływ na trwałość mleka były już wielokrotnie prezentowane w literaturze krajowej i zagranicznej.

Obok nowych technik i technologii stosowanych w pakowaniu mleka zmieniły się materiały oraz formy konstrukcyjne opakowań mleka spożywczego. Zarówno w Europie, jak i w naszym kraju zdecydowanie zmniejszyła się ilość mleka pakowanego w tradycyjne opakowania szklane (butelki) na korzyść opakowań wielowarstwowych z różnych tworzyw (tworzywa sztuczne, karton, aluminium) oraz opakowań wyłącznie z tworzyw sztucznych.

Asortyment oferowanych przez producentów tworzyw opakowaniowych jest bardzo szeroki, a ich właściwości i możliwość oddziaływania na zapakowany produkt zróżnicowane [4]. Niniejsze opracowanie poświęcone jest ocenie wpływu opakowań z różnych tworzyw, które są lub mogą być stosowane do pakowania mleka, na trwałość tego produktu.

### **Wpływ światła i tlenu na właściwości mleka**

Zmiany, jakie następują w mleku spożywczym od momentu jego wyprodukowania do chwili spożycia przez konsumenta istotnie zależą od rodzaju opakowania tego produktu, co wiąże się między innymi z przepuszczalnością przez materiał opakowaniowy światła i tlenu [3, 8, 12, 13, 14].

Reakcje fotochemiczne w żywności dzielą się na dwie grupy:

- bezpośrednie, kiedy następuje degradacja substancji pochłaniającej promieniowanie,
- fotosensybilizowane, kiedy fotosensybilizator pochłania foton, przechodzi w stan wzbudzony, a następnie oddaje energię. Powstający w wyniku tego tlen singletowy jest silnym utleniaczem.

Reakcje fotochemiczne są katalizowane przez śladowe ilości jonów Fe i Cu. Wiadome jest, że składniki mleka są bardzo czułe na ekspozycję światła, szczególnie o długości fali poniżej 500 nm. Powoduje ono destrukcję witamin, głównie witaminy A i ryboflawiny, oraz indukuje utlenianie białek i tłuszczów. Zmiany te w połączeniu z przemianami, jakie następują w składnikach mleka pod działaniem enzymów lipolitycznych i proteolitycznych przyczyniają się do powstania nieprzyjemnego smaku i zapachu w przechowywanym mleku. Wymienione reakcje prowadzą też do obniżenia wartości odżywczej i biologicznej mleka. Ich intensywność zależy również od obecności



ści tlenu, który może powodować wiele niekorzystnych zmian w obrębie cech jakościowych na skutek reakcje utleniania: tłuszczu, witaminy E, kwasu L-askorbinowego,  $\beta$ -karotenu, niektórych aminokwasów, barwników, udziału w reakcjach enzymatycznego brązowienia, umożliwia rozwój mikroflory tlenowej. Dostęp tlenu może być ograniczony przez zmniejszenie wolnej przestrzeni nad zapakowanym produktem, ograniczenie wstrząsania opakowań z mlekiem podczas transportu i manipulacji w obrocie towarowym, a przede wszystkim przez zastosowanie opakowań nieprzepuszczalnych dla tego gazu. Materiały opakowaniowe przeznaczone do pakowania mleka spożywczego powinny charakteryzować się możliwie jak największą barierowością zarówno dla tlenu, jak i dla światła.

Wśród wad smaku mleka spożywczego najbardziej powszechne są posmaki wywołane działaniem światła i tlenu. Są one spowodowane dwiema różnymi przyczynami. Posmak słoneczny może rozwijać się w mleku podczas pierwszych 2 - 3 dni przechowywania i spowodowany jest rozpadem aminokwasów siarkowych w białkach serwatkowych. Drugi to posmak metaliczny lub kartonowy, który może rozwijać się później, nie ulatnia się i jest przypisywany oksydacji tłuszczów.

Badania nad wyodrębnieniem związków chemicznych decydujących o niepożądanym smaku i zapachu mleka spożywczego są przedmiotem intensywnych badań. Izolacji i identyfikacji tych związków dokonuje się za pomocą destylacji próżniowej i ich oznaczania techniką chromatografii gazowej lub wysokosprawnej chromatografii cieczowej. W ostatnim czasie do oznaczania związków lotnych w produktach spożywczych wykorzystuje się głównie chromatografy gazowe wyposażone w przystawkę „head space” pozwalającą na oznaczanie związków lotnych uwalnianych bezpośrednio z próbki i kierowanych do kolumny analitycznej [16, 17].

W wyniku tych badań ustalono między innymi, że opakowania mogą bezpośrednio zapobiegać powstawaniu wadliwego smaku i zapachu mleka, indukowanego przez światło i tlen poprzez ochronę produktu przed tymi czynnikami.

### **Przydatność różnych tworzyw opakowaniowych do pakowania mleka spożywczego**

Reakcje utleniania katalizowane przez światło mogą z różną intensywnością zachodzić w mleku spożywczym pakowanym w różne opakowania, nie wyłączając klasycznych opakowań szklanych. Przenikanie światła, jak również tlenu, w przypadku opakowań z tworzyw sztucznych jest szczególnie zróżnicowane, a niekiedy bardzo duże.

Karatapanis i wsp. [3] oznaczyli profil związków lotnych wyodrębnionych z mleka pasteryzowanego (3,5 % tł., 75 °C/15 s), pakowanego aseptycznie w różne opakowania, poddanego ekspozycji na światło fluorescencyjne (światłówki) i przechowywanego w temp. 4 °C przez 7 - 15 dni. Badania miały na celu ocenę wielkości zmian

oksydacyjnych wywołanych oddziaływaniem światła. W mleku pakowanym w butelki szklane przezroczyste o grubości ścianki 800  $\mu\text{m}$  bezpośrednio po pasteryzacji stwierdzono 19 związków lotnych. Były to: węglowodory (7), ketony (4), estry (3), alkohole (2), aldehydy (2), związki siarkowe (1). Już po pierwszym dniu przechowywania w mleku pojawiły się związki świadczące o fotooksydacji, a ich ilość systematycznie rosła do 7. dnia przechowywania. Podobny profil związków lotnych stwierdzono w takim samym mleku poddanym takiej samej ekspozycji na działanie światła, lecz pakowanym w przezroczyste i barwione na biało ( $\text{TiO}_2$ ) butelki z polietylenotereftalanu (PET). Na podstawie badań autorzy stwierdzili, że przyczyną powstawania tych związków w mleku pakowanym w wymienione rodzaje opakowań jest fotooksydacja.

Odmienne profile związków lotnych stwierdzono w tych samych warunkach badań w próbkach mleka pakowanego w materiały nieprzepuszczające światła. I tak, w mleku pakowanym w butelki z 3-warstwowego polietylenu wysokiej gęstości (HDPE + 2 %  $\text{TiO}_2$ /HDPE + 4 % czerni węglowej/HDPE + 2 %  $\text{TiO}_2$ ) o grubości 550 - 600  $\mu\text{m}$  wykryto 33 składniki, w mleku pakowanym w butelki z polietylenu o dużej gęstości i barwione (HDPE + 2 %  $\text{TiO}_2$ ) – 32 związki i w kartonach 3-warstwowych (PE/karton/PE) (20/395/35  $\mu\text{m}$ ) – 36 związków lotnych. W mleku pakowanym w materiały nieprzepuszczalne dla światła stwierdzono znacznie niższy poziom utlenienia aniżeli w mleku z opakowań przezroczystych. W próbkach opakowanych w materiał barierowy dla światła nie stwierdzono obecności disiarczku dimetylu – głównego związku występującego w mleku pakowanym w tworzywa przezroczyste [3].

Rezultaty uzyskane przy oznaczaniu w mleku związków lotnych były na ogół zgodne z wynikami badań sensorycznych. Ogólne pogorszenie smaku i zapachu mleka następowało szybciej w opakowaniach przepuszczających światło aniżeli w opakowaniach wysokobarierowych dla promieniowania świetlnego. W mleku w opakowaniach przepuszczalnych dla światła dominowały związki takie, jak: pentanal, heksanal, heptanal, disiarczek dimetylu, których tworzenie indukowane jest światłem. Gromadzenie tych właśnie związków w wysokim stopniu korelowało z obniżeniem oceny punktowej smaku i zapachu mleka. W mleku w opakowaniach barierowych dla światła wystąpił znaczny wzrost koncentracji etanolu, siarczku dimetylu, octanu etylenu, a w końcu okresu przechowywania estrów metylowych i etylowych. Również w tym mleku postępujący wzrost stężenia związków karbonylowych powodował niekorzystne zmiany smaku i zapachu mleka, ale zmiany te były wolniejsze [3].

W przedstawionych badaniach nie stwierdzono wyraźnego wpływu przepuszczalności tworzywa dla tlenu na stopień oksydacji tłuszczu, chociaż ta właściwość materiałów opakowaniowych często jest podawana jako decydująca o trwałości produktu. Między innymi wyniki badań wskazujące na udział tlenu w psuciu się mleka spożywanego podczas przechowywania spowodowały zainteresowanie producentów tego

wyrobu możliwością wykorzystanie opakowań z polietyleno-tereftalanu tzw. PET. Opakowania z tego tworzywa, stosowane do napojów nasyconych dwutlenkiem węgla i olejów, są także polecane do pakowania mleka. PET charakteryzuje się dobrą wytrzymałością mechaniczną i łatwością formowania. Opakowania wykonane z tego materiału, wyposażone w zamknięcia nakrętkowe nowej generacji, są łatwe do otwierania i zamykania, co zapobiega skażeniu produktu w przypadku, kiedy zużyta zostaje tylko część zawartości opakowania. Najważniejszą zaletą tego tworzywa w przypadku pakowania mleka zdaje się być jego wysoka barierowość dla tlenu, kilkadziesiąt razy większa aniżeli polietylenu. Butelki PET mogą być przezroczyste lub białe nieprzezroczyste, co ogranicza wpływ światła na mleko. Cladman i wsp. [1] badali m.in. wpływ tego tworzywa na zmiany fizykochemiczne i okres przydatności do spożycia pasteryzowanego mleka pełnego i mleka 2-procentowego, pakowanego w opakowania PET i przechowywanego w warunkach, w jakich to mleko przechowywane jest w sklepach, w oświetlonych szafach chłodniczych. Oprócz zwykłych opakowań z przezroczystego PET w doświadczeniach zastosowano ten materiał wraz z dodatkami ograniczającymi przenikanie światła (dodatek barwników, pochłaniaczy UV, oklejanie etykietą) oraz, w celu porównania, opakowania z polietylenu wysokiej i niskiej gęstości (LDPE i HDPE). Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że spośród wszystkich stosowanych w doświadczeniu opakowań, butelki PET z wbudowanym pochłaniaczem promieni UV były najbardziej przydatne do pakowania mleka. Straty witamin A i zakres oksydacji tłuszczu mleka w tych opakowaniach był najniższy w porównaniu ze zmianami w próbkach mleka pochodzących z innych opakowań. Ponadto stwierdzono, że do przechowywania mleka dobrej jakości mogą być stosowane butelki PET oklejane folią, co ogranicza dostęp światła do mleka. Ten rodzaj butelek pokrytych zadrukowaną folią z napisami i rysunkami wykonanymi farbami pochłaniającymi światło może być szczególnie atrakcyjny dla dzieci i młodzieży, zwiększając tym samym spożycie mleka.

Przydatność opakowań z polietyleno-tereftalanu (PET) i polietylenu wysokiej gęstości (HDPE) oceniali Zygoura i wsp. [19]. Mleko pakowano do następujących opakowań: trzywarstwowa, barwiona butelka z HDPE (HDPE + 2 %  $\text{TiO}_2$ / HDPE + 4 % czerni węglowej/; HDPE + 2 %  $\text{TiO}_2$ ) o grubości 550 - 600  $\mu\text{m}$ ; jednowarstwowa barwiona butelka z HDPE (HDPE + 2 %  $\text{TiO}_2$ ) 550 - 600  $\mu\text{m}$ ; bezbarwna butelka PET grubości 300 - 350  $\mu\text{m}$ ; barwiona butelka PET (PET + 2%  $\text{TiO}_2$ ) 300 - 350  $\mu\text{m}$ ; karton laminowany. Butelki, jak i opakowania kartonowe, miały tę samą objętość. Próbkę kontrolną pakowano w kartony laminowane polietylenem. W tak pakowanym, przechowywanym chłodniczo, pasteryzowanym mleku oznaczano między innymi przepuszczalność tlenu, oksydację tłuszczu, zawartość witaminy A oraz ryboflawiny, związków bardzo łatwo ulegających degradacji pod wpływem światła. Wszystkie badane materiały opakowaniowe odznaczały się dobrą barierowością dla tlenu. Namniej-

szą przepuszczalnością tlenu charakteryzowała się barwiona butelka PET o grubości ścianki 300 - 350  $\mu\text{m}$  (0,7 ml/opakowanie x dzień x atm) i kolejno: bezbarwna butelka PET o grubości ścianki 300 - 350  $\mu\text{m}$  (0,8 ml/opakowanie x dzień x atm), 3-warstwowa, barwiona butelka HDPE o grubości ścianki 550 - 600  $\mu\text{m}$  (1,9 ml/opakowanie x dzień x atm), następnie jednowarstwowa barwiona butelka HDPE o grubości ścianki 550 - 600  $\mu\text{m}$  (2,0 ml/opakowanie x dzień x atm) [19]. Opakowania te zapewniały w różnym stopniu ochronę przed oksydacją lipidów oraz chroniły ryboflawinę w mleku [19].

Opakowania wyprodukowane z barwionego (2%  $\text{TiO}_2$ ) HDPE o grubości ścianki 550 - 600  $\mu\text{m}$  efektywnie chroniły witaminę A i ryboflawinę w mleku. Zawartość witaminy A podczas 7-dniowego przechowywania mleka zmniejszyła się statystycznie nieistotnie od 0,57  $\mu\text{g/ml}$  w próbkach bezpośrednio po opakowaniu do 0,52  $\mu\text{g/ml}$  w mleku po 7 dniach przechowywania chłodniczego. Barwione butelki PET o grubości ścianki 300 - 350  $\mu\text{m}$  zapewniały tylko częściową ochronę witaminy A (0,57  $\mu\text{g/ml}$  bezpośrednio po pakowaniu i 0,40  $\mu\text{g/ml}$  po 7 dniach przechowywania). Przezroczyste butelki PET nie stwarzały istotnej ochrony witamin: A i ryboflawiny. Straty witaminy A w mleku pakowanym w bezbarwne butelki PET po 7 dniach przechowywania wynosiły nawet 50 %. Najmniejsze straty ryboflawiny stwierdzono w mleku pakowanym w barwione butelki HDPE (zmiany podczas przechowywania statystycznie nieistotne), a następnie w barwione butelki PET. Bezbarwne butelki PET nie stanowiły istotnej ochrony ryboflawiny w badanym mleku. Straty zawartości tej witaminy sięgały ponad 50 % po siedmiu dniach przechowywania mleka [19].

Popularne do niedawna opakowania mleka spożywczego pasteryzowanego w formie woreczków i butelek z przezroczystego polietylenu małej gęstości charakteryzują się dużą przepuszczalnością tlenu. Z tego względu zastępowane są przez inne, droższe, lecz bardziej barierowe tworzywa, jak np. polietylen wysokiej gęstości (HDPE). Konkurencyjne w stosunku do tych ostatnich mogą być barwione jedno- lub wielowarstwowe butelki HDPE o dużo mniejszej grubości ścianek aniżeli np. butelki PET.

Badania Vassili i wsp. [18] dotyczyły oceny chemicznej, mikrobiologicznej i sensorycznej stabilności mleka pełnego opakowanego w różne opakowania z polietylenu i przechowywane w warunkach zbliżonych do panujących na rynku tego produktu. Użyte w badaniach opakowania to woreczki z przezroczystego, jak i barwionego  $\text{TiO}_2$  oraz czernią węglową LDPE. Próbki kontrolne pakowano w tradycyjne wielowarstwowe kartony. Mleko w opakowaniach poddawano przez 7 dni w temp. 4 °C działaniu światła o mocy około 825 lux emitowanego przez świetlówki (tzw. "światło zimne"). Wyniki analiz wykazały, że w badanym okresie zmiany fizykochemiczne, mikrobiologiczne i sensoryczne mleka we wszystkich opakowaniach były niewielkie i zbliżone do siebie. Istotne zmiany i różnice pomiędzy mlekiem z różnych opakowań

stwierdzono jedynie w odniesieniu do witaminy A i ryboflawiny. Zarówno w jednowarstwowych opakowaniach przezroczystych, jak i w przezroczystych wielowarstwowych koekstrudatach stopień degradacji witaminy A wynosił od 51 do 73 %, a ryboflawiny od 34 do 45 %. W opakowaniach barwionych ( $\text{TiO}_2$  i czernią węglową) straty zawartości wymienionych witamin były znacznie mniejsze i wynosiły odpowiednio od 15 do 18 % i od 19 do 21 %. W próbkach kontrolnych straty witaminy A i ryboflawiny wynosiły kolejno 15 i 19 %. Stwierdzono, że zarówno światło, jak i tlen wpływają destrukcyjnie na witaminy. Nawet barierowe materiały takie, jak koekstrudat LDPE/PA/LDPE oraz polietylen nieprzezroczysty (z dodatkiem  $\text{TiO}_2$ ) nie chroniły mleka przed utratą witamin. Autorzy uważają, że opakowania z koekstrudatów barwione  $\text{TiO}_2$  lub czernią węglową o grubości ścianek nie mniejszej aniżeli 110  $\mu\text{m}$  mogą być dobrymi i tanimi opakowaniami mleka pasteryzowanego.

Wydaje się, że obecnie najlepszymi (pod względem barierowości) opakowaniami do mleka spożywczego są wielowarstwowe opakowania kartonowe. Zależnie od przeznaczenia składają się one z 3 do 7 warstw. Od rodzaju i liczby warstw zależy barierowość opakowania dla światła i tlenu. Warstwą istotnie zwiększającą barierowość opakowań kartonowych jest wbudowana w opakowanie warstwa folii aluminiowej (lub folii metalizowanej aluminium) albo też warstwa alkoholu winylowego (EVOH) lub jego polimerów (EVDL, EVAC). Opakowania kartonowe 3-warstwowe bez warstwy barierowej są zwykle przeznaczone do pakowania mleka pasteryzowanego, a opakowania o większej liczbie warstw z udziałem warstwy barierowej do pakowania mleka spożywczego UHT lub mleka o przedłużonej trwałości (3 do 5 tygodni).

Simon i Hansen [13] oceniali wpływ różnego rodzaju wielowarstwowych opakowań kartonowych na długość okresu przydatności do spożycia i cechy sensoryczne mleka pasteryzowanego (76,4 °C, 25 s). Badaniom poddano mleko pakowane w następujące rodzaje laminatów: PE/karton/PE; LDPE/karton/LDPE; LDPE/karton/LDPE/EVOH/LDPE i PE/karton/aluminium/PE. Stwierdzono, że mleko przechowywane w kartonach z warstwą barierową charakteryzowały się większą trwałością aniżeli mleko pakowane do kartonów 3-warstwowych bez warstwy barierowej. Niekorzystne zmiany smaku i zapachu oraz zmiany oksydacyjne tłuszczu w tym mleku były znacznie wolniejsze aniżeli w pozostałych opakowaniach. Autorzy nadmieniają jednak, że ze względu na przechowywanie mleka pasteryzowanego przez 10 - 15 dni w chłodzarni (bez dostępu światła), zmiany oksydacyjne wywołane światłem nie mają istotnego wpływu na cechy sensoryczne produktu i jego wartość odżywczą. Stąd wniosek, że mleko pasteryzowane może być pakowane do opakowań kartonowych bez wkładki barierowej. Pogląd ten jest jednak kontrowersyjny. Nie bierze on pod uwagę warunków, w jakich pozostaje mleko w czasie dystrybucji i sprzedaży.

## Podsumowanie

Wyniki przytoczonych badań wskazują, że pogorszenie cech jakościowych mleka spożywczego podczas jego przechowywania przebiega najwolniej w tych produktach, które opakowane są w materiały o wysokiej barierowości dla tlenu i światła tj. w wielowarstwowe opakowania kartonowe z folią aluminiową lub opakowania z folii metalizowanej.

Rezultaty badań mleka pasteryzowanego, pakowanego w materiały z tworzyw sztucznych z dodatkami ograniczającymi przenikanie światła i tlenu do produktu, wskazują, że również takie opakowania mogą być stosowane do pakowania mleka spożywczego. Opakowania te, spełniając podstawowe wymogi ochrony produktu przed działaniem czynników zewnętrznych, cechują się mniejszą masą, podatnością tworzenia nowych form opakowań, a zastosowanie zadrukowanej barwnej folii pokrywającej te pojemniki podnosi ich atrakcyjny wygląd, co nie jest bez znaczenia w handlu. Mniejsza masa opakowań z wybranych tworzyw sztucznych pozwala na określone oszczędności kosztów związanych z dystrybucją produktu i zagospodarowaniem odpadów opakowaniowych.

Rodzaj tworzywa opakowaniowego nie wpływa na trwałość mikrobiologiczną mleka spożywczego. Bardzo ważna jest natomiast czystość mikrobiologiczna materiałów opakowaniowych, które nie powinny być źródłem zanieczyszczenia mikrobiologicznego mleka spożywczego. Podkreślić należy, że bez względu na charakterystykę tworzywa, wyposażenie opakowań mleka w zamknięcia nowej generacji bardzo dobrze chroni produkt przed reinfekcją, kiedy po pierwszym otwarciu w opakowaniu pozostaje jeszcze jego część.

Reasumując, należy stwierdzić, że przy wyborze tworzywa opakowaniowego do pakowania mleka spożywczego należy kierować się przede wszystkim jego funkcją ochronną, jednak z uwzględnieniem aspektów dystrybucji i możliwości utylizacji tych opakowań.

## Literatura

- [1] Cladman W., Scheffer S., Goodrich N., Griffiths M.W.: Shelf-life of milk packaged in plastic containers with and without treatment to reduce light transmission. *Int. Dairy J.*, 1998, **8**, 629-636.
- [2] Ericson M.: Chemical and microbial stability of fluid milk in response to packaging and dispensing. *Int. J. Dairy Technol.*, 1997, **50**, 107-111.
- [3] Karatapanis A.E., Badeka A.V., Riganakos K.A., Savvaids I.N., Kontominas M.G.: Changes in flavour volatiles of whole pasteurized milk as affected by packaging material and storage time. *Int. Dairy J.*, 2006, **18**, 750-761.
- [4] Kuzia A.: Opakowania z tworzyw sztucznych. W: *Opakowania żywności – pod red. B. Czerniawskiego i J. Michniewicza. Agro Food Technology, Czeladź, 1998, ss. 214-271.*



- [5] Panfil-Kuncewicz H., Kuncewicz A.: Aseptyczne pakowanie żywności. *Przem. Spoż.*, 1998, **8**, 10-13.
- [6] Panfil-Kuncewicz H., Kuncewicz A., Juśkiewicz M.: Influence of storage conditions on changes in the FAT fraction of UHT milk. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2005, **14/15**, **4**, 341-348.
- [7] Panfil-Kuncewicz H., Ziemia M., Rosiński P.: Możliwość poprawy trwałości jogurtu pakowanego w atmosferze czystego powietrza. *Przeł. Mlecz.*, 1998 **12**, 418-420.
- [8] Panfil-Kuncewicz H., Kuncewicz A., Groblewska A.: Wpływ światła na trwałość mleka i produktów mleczarskich. *Przeł. Mlecz.*, 1997, **6**, 160-162.
- [9] Panfil-Kuncewicz H., Kuncewicz A., Staniewska K.: Pakowanie napojów mlecznych w podwyższonym standardzie higienicznym. *Przeł. Mlecz.* 2004, **7**, 4-9.
- [10] Panfil-Kuncewicz H.: Znaczenie i funkcje opakowań produktów spożywczych w dystrybucji i marketingu. *Przem Spoż.*, 1998, **8**, 18-20.
- [11] Panfil-Kuncewicz H.: Trwałość jogurtów pakowanych w atmosferze czystego powietrza. *Przem. Spoż.*, 1998, **11**, 19-21.
- [12] Papachristou Ch., Badeka A.: Evaluation of polyethylene terephthalate as a packaging material for premium quality whole pasteurized milk in Greece. *Eur. Food Res. Technol.*, 2006, **224**, 237-247.
- [13] Simon M., Hansen A. P.: Effect of various dairy packaging materials on the shelf life and flavor of pasteurized milk. *J. Dairy Sci.*, 2001, **84**, 767-773.
- [14] Skibsted L.H.: Light-induced changes in dairy products. *Int. Dairy Fed.*, 2000, **346**, 4-9.
- [15] Śmietana Z., Krajewska E., Bohdziewicz K.: Mleko pasteryzowane – jak przedłużyć okres przydatności. *Przeł. Mlecz.*, 2004, **4**, 4-9.
- [16] Toso B., Procida G., Stefanon B.: Determination of volatile compounds in cow's milk using head-space GC/MS. *J. Dairy Res.*, 2002, **69**, 569-577.
- [17] Urbach G., Milne T.: The concentration of volatiles in pasteurized milk as a function of storage time and storage temperature. A possible indicator of keeping quality *Aust. J. Dairy Technol.*, 1987, **42**, 53-58.
- [18] Vassila E., Badeka A., Kondyli E., Savvaidis I., Kontominas G.: Chemical and microbiological changes in fluid milk as affected by packaging conditions. *Int. Dairy J.*, 2002, **12**, 715-722.
- [19] Zygoura P., Moysiadi T., Badeka A., Kondyli E., Savvaidis I., Kontominas M.G.: Shelf life of pasteurized milk in Greece: Effect of packaging material. *Food Chem.*, 2004, **87**, 1-9.

## EFFECT OF PACKAGING ON DURABILITY OF PASTEURIZED MILK

### Summary

One of the more important factors determining safety and durability of milk is its packaging. Presently, containers of plastics and laminates made of plastics, paperboard, and aluminum foil are used as packages for milk. Multilayered paperboard packages guarantee the best quality of milk. In order to achieve a similar effect when using containers of plastics, it is necessary to apply oxygen- and light-barrier materials, for example with the addition of dyes or of UV absorbing substances. A selected packaging material for milk containers should ensure that milk is properly protected by its packaging and that ecological aspects of the selected packaging are taken into consideration.

**Key words:** pasteurized milk, packaging materials, durability of milk ☒

MAŁGORZATA ZIARNO, DOROTA ZARĘBA, JOLANTA PISKORZ

## WZBOGACANIE MAŚLANKI W WAPŃ, MAGNEZ ORAZ BIAŁKA SERWATKOWE

### Streszczenie

Celem pracy było otrzymanie maślanki wzbogaconej w wapń, magnez i białka serwatkowe za pomocą dodatku wybranych soli wapniowych, magnezowych i koncentratu białek serwatkowych (WPC 68) do mleka przerobowego przed jego repasteryzacją.

W pierwszym etapie badań do próbek mleka dodano różne naważki soli wapniowych (mleczan wapnia, cytrynian wapnia), magnezowych (glukonian magnezu, wodorooasparaginian magnezu) i białek serwatkowych (WPC 68) lub ich mieszanek i zbadano ich wpływ na stabilność cieplną mleka przerobowego podczas jego repasteryzacji w temperaturze 74 °C przez 15 s. W mleku po obróbce termicznej mierzono pH oraz obserwowano powstanie skrzepu białek. Wykazano, że stosując mieszanekę cytrynianu wapnia z wodorooasparaginianem magnezu oraz glukonianem magnezu można wzbogacić mleko przerobowe o co najmniej 72 mg% wapnia i około 30 mg% magnezu. Dodatek takich ilości wymienionych soli nie spowodował koagulacji białek podczas repasteryzacji mleka, a kwasowość czynna mleka wyniosła ponad 6,52. W drugiej części pracy z mleka wzbogaconego w wybrane składniki, według receptury opracowanej w pierwszym etapie pracy, otrzymywano maślanki w warunkach laboratoryjnych. Dodatki wprowadzano przed repasteryzacją mleka (74°C/15 s). W czasie chłodniczego przechowywania maślanek cechy sensoryczne i cechy fizykochemiczne uległy pogorszeniu. Największe zmiany zaobserwowano w próbkach maślanek wzbogacanych cytrynianem wapnia, glukonianem magnezu i białkami serwatkowymi. Wykazano, że najkorzystniejszym rozwiązaniem jest produkcja maślanki wzbogaconej solami wapniowymi, wodorooasparaginianem magnezu i białkami serwatkowymi.

**Słowa kluczowe:** maślanka, wzbogacanie, mleczan wapnia, cytrynian wapnia, glukonian magnezu, wodorooasparaginian magnezu, koncentrat białek serwatkowych

### Wprowadzenie

Prawidłowe odżywianie w znacznym stopniu warunkuje dobry stan zdrowia. Niestety, przeciętna dieta jest zazwyczaj deficytowa w wiele substancji niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Wzrost zainteresowania konsumentów

---

*Dr inż. M. Ziarno, mgr inż. D. Zaręba, mgr inż. J. Piskorz, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa*



odżywianiem i żywnością funkcjonalną spowodował wzrost liczby oferowanych produktów wzbogaconych w składniki deficytowe, w tym w składniki mineralne.

Bardzo ważnym zagadnieniem wzbogacania żywności w wapń i magnez jest dobór odpowiedniego związku jako ich nośnika, zarówno pod względem bioprzyswajalności, jak i wymogów technologicznych. Idealne źródło wapnia lub magnezu stosowane do wzbogacania produktów mleczarskich powinno być wysoko przyswajalne przez organizm, niedrogie i bezpieczne w stosowaniu, wykazywać pożądaną rozpuszczalność, stabilność chemiczną i cieplną, nie wchodzić w interakcje z innymi składnikami, nie zmieniać cech sensorycznych i nie skracać czasu przydatności do spożycia wyrobów finalnych [5, 10, 11, 16, 17]. Sole wapniowe i magnezowe wykazują znaczące różnice pod względem praktycznego ich zastosowania w technologii mleczarskiej. Sole wapniowe lub magnezowe rozpuszczalne w wodzie stosowane w nadmiarze mogą przyczyniać się do zmiany cech sensorycznych, np. nadawać posmak słony, gorzki lub kredowy, upłynniać konsystencję [4, 14]. Najistotniejszym niekorzystnym aspektem stosowania tych soli jest pojawienie się form jonowych wapnia lub magnezu, co znacznie zwiększa podatność miceli kazeinowych na agregację i w efekcie precypitację z mleka [15]. Istotną zaletą soli nierozpuszczalnych w wodzie jest obojętność wobec białka mleka, nawet w podwyższonej temperaturze, a więc można je dodawać do mleka jeszcze przed jego pasteryzacją bez obawy o obniżenie stabilności cieplnej białek i ich wytrącenie [12, 13, 15].

Zwiększenie ilości jonów magnezu, podobnie jak zwiększenie ilości jonów wapnia, wpływa na obniżenie stabilności cieplnej białek mlecznych, co może powodować ich termiczną koagulację [3, 16, 17]. Parametry termicznej koagulacji białek zależą od temperatury obróbki termicznej i czasu jej trwania. Oznacza to, że przy zachwianiu układu jonów w mleku, białka będą bardziej podatne na koagulację w trakcie pasteryzacji niż w procesie UHT. W przypadku produktów płynnych, takich jak mleko spożywcze wysoko pasteryzowane, obniżenie stabilności białek mleka może wręcz uniemożliwić przeprowadzenie pasteryzacji. Z tego względu konieczne jest ustalenie maksymalnego poziomu dodatku związku wapnia i/lub magnezu, który nie wywoła tak znaczącej destabilizacji termicznej białek mleka lub znalezienie sposobu na uniknięcie tego efektu.

W przypadku mlecznych napojów fermentowanych, związki wapnia lub magnezu mogą być dodawane do mleka przerobowego (już po jego obróbce termicznej), bez wpływu na stabilność cieplną białek mleka, lub do produktu końcowego (mleka fermentowanego). Inną możliwością stwarza produkcja smakowych mlecznych napojów fermentowanych, do których związki wapnia lub magnezu, a nawet premiksy kilku minerałów (i/lub witamin) można wprowadzać wraz z dodatkiem smakowym. Firmy produkujące takie dodatki smakowe chętnie przygotowują gotowe mieszanki mogące zawierać m.in. związki wapnia lub magnezu [15, 16, 17].

W porównaniu z innymi mlecznymi napojami fermentowanymi, maślanka jest produktem dostarczającym wielu cennych składników odżywczych, jednak zawierającym dość niewielką ilość pełnowartościowych białek. Dobrym źródłem takich białek mogą być koncentraty białek serwatkowych zawierające wszystkie aminokwasy egzogenne, których organizm nie umie sam syntetyzować, a które są niezbędne do jego rozwoju. Dzięki wzbogacaniu produktów spożywczych w białka serwatkowe konsumenci spożywają artykuły z pełnowartościowym białkiem. Komercyjne preparaty białek serwatkowych dostępne na rynku zawierają od 35 do 95% białek. W zależności od procentowej zawartości białek rozróżnia się koncentraty białek serwatkowych (WPC) zawierające od 30 do 80 % białka i izolaty białek serwatkowych (WPI) zawierające ponad 80 % białka. Białka serwatkowe ze względu na swoją globularną budowę są dobrze rozpuszczalnymi białkami, a więc z technologicznego punktu widzenia dodawanie ich do produktów płynnych nie powinno stanowić problemu.

Celem pracy było otrzymanie maślanki wzbogaconej w wapń, magnez i białka serwatkowe za pomocą dodatku wybranych soli wapniowych, magnezowych i koncentratu białek serwatkowych (WPC 68) do mleka przerobowego przed jego repasteryzacją.

### **Material i metody badań**

Doświadczenia prowadzono w dwóch etapach. Zakres badań pierwszego etapu pracy obejmował określenie dodatków soli wapniowych, soli magnezowych i koncentratu białek serwatkowych do mleka przeznaczonego do produkcji maślanki niepowodujących termicznej denaturacji białek mleka podczas jego repasteryzacji. Zakres drugiego etapu pracy dotyczył laboratoryjnego otrzymywania maślanki z mleka wzbogaconego solami wapnia, magnezu i WPC oraz określenia jej trwałości przechowalniczej w temperaturze 6 °C przez 14 dni.

W pierwszym etapie badań do próbek mleka dodawano różne naważki niżej wymienionych soli wapniowych, magnezowych i białek serwatkowych lub ich mieszanek i badano ich wpływ na stabilność termiczną mleka przerobowego podczas jego repasteryzacji w temp. 74 °C przez 15 s. Stosowano różne dodatki soli wapniowych i magnezowych oraz koncentratu białek serwatkowych WPC 68:

- pięciowodny mlecyan wapnia  $C_6H_{10}O_6Ca \cdot 5H_2O$  (Polfarmex) – o procentowym udziale wapnia w cząsteczce równym 13,0 %; sól wapniowa rozpuszczalna w wodzie;
- czterowodny cytrynian wapnia  $Ca_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 4H_2O$  (Polfarmex) – o procentowym udziale wapnia w cząsteczce równym 7,2 %; sól wapniowa nierozpuszczalna w wodzie;
- bezwodny glukonian magnezu  $C_{12}H_{22}O_{14}Mg$  (Polfarmex) – o procentowym udziale magnezu w cząsteczce równym 5,86 %; sól magnezowa rozpuszczalna w wodzie;

- czterowodny wodorooasparaginian magnezu  $C_8H_{12}MgN_2O_8 \cdot 4HO_2$  (Xenon) – o procentowym udziale magnezu w cząsteczce równym 4,47 %; sól magnezowa rozpuszczalna w wodzie;
- koncentrat białek serwatkowych WPC 68 (Kowpol) – zawierający 68 % białek mleka, 3 % tłuszczu i 5 % wody.

W mleku po obróbce termicznej mierzono pH oraz obserwowano powstanie skrzepu białek [18]. Do drugiej części pracy wybrano te dawki, które nie wpływały negatywnie na cieplną stabilność mleka.

W drugiej części pracy w warunkach laboratoryjnych otrzymywano maślanki z mleka wzbogaconego w wybrane składniki, według receptury opracowanej w etapie pierwszym. Dodatki wprowadzano przed repasteryzacją mleka (74 °C/15 s). Fermentację mleka prowadzono w temp. 22 - 24 °C przez 12 -14 h z użyciem szczepionki mezofilnej CHN-11 (Chr. Hansen) typu LD, zawierającej *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Lc. lactis* subsp. *lactis*, *Leuc. mesenteroides* subsp. *cremoris* i *Lc. lactis* subsp. *diacetilactis*. Otrzymane próbki maślanki przechowywano w temp. 6 °C przez 14 dni i badano w 0., 7. i 14. dniu przechowywania. Badania polegały na oznaczeniu pH, kwasowości miareczkowej, oznaczeniu zawartości białka (metodą Kjeldahla) i ocenie sensorycznej (metodą 5-punktową). Analizy fizykochemiczne wykonano zgodnie z powszechnie przyjętymi metodami [18].

## Wyniki i dyskusja

W niniejszej pracy zajęto się wzbogacaniem maślanki w sole wapniowe i magnezowe wprowadzane do mleka przerobowego przed jego pasteryzacją. Wprowadzanie soli na tym etapie produkcji zmniejsza ryzyko popasteryzacyjnego zanieczyszczenia mleka przerobowego i produktu. Pasteryzacja zniszczy bowiem drobnoustroje, które mogłyby ewentualnie dostać się wraz z używanymi solami. Jednak w przypadku takiego technologicznego rozwiązania produkcji maślanki wzbogacanej w wapń i magnez, konieczne jest określenie wpływu dodawanych soli na stabilność cieplną białek mleka przerobowego i wyznaczenie maksymalnego poziomu dawek.

W pierwszym etapie badań określano stabilność cieplną białek mleka przeznaczonego do produkcji maślanki. Do mleka, przed jego pasteryzacją, dodawano różne naważki soli wapnia, magnezu i koncentratu białek serwatkowych, pojedynczo lub w mieszankach. Po pasteryzacji mierzono pH mleka oraz obserwowano powstanie skrzepu w wyniku cieplnego strącenia białek mleka. Wyniki przedstawiono w tab. 1. i 2. oraz na rys. 1. i 2.

Wiadomo, że ilości soli wapniowych, magnezowych i białek serwatkowych, które nie spowodują ścięcia białek mleka podczas repasteryzacji są różne i zależą m.in. od rodzaju soli, procentowej zawartości wapnia lub magnezu w ich masie cząsteczkowej, rozpuszczalności tych soli w wodzie, a także od zmian w składzie chemicznym mleka

(np. zawartości białek) i zmienności stabilności cieplnej mleka w ciągu roku. Przeprowadzone badania dowiodły, że wprowadzenie do mleka przerobowego nadmiernych ilości soli wapniowych lub magnezowych rozpuszczalnych w wodzie powodowało zmniejszenie pH mleka i w rezultacie precypitację białek. Znajduje to potwierdzenie także w badaniach innych badaczy [2, 4, 9, 12, 13].

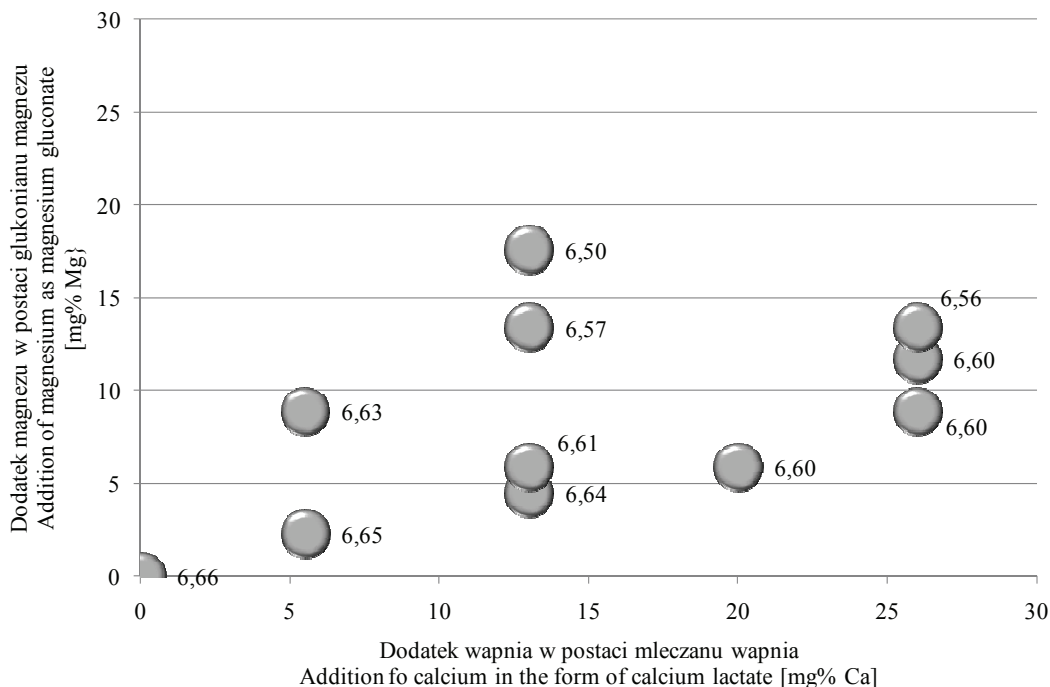
W niniejszej pracy największy dodatek mleczanu wapnia, który nie powodował ścięcia białek mleka pozwolił na wzbogacenie mleka przerobowego w wapń o 26 mg% (tab. 1). Stosując sole magnezowe rozpuszczalne w wodzie, zwiększono zawartość magnezu w mleku przerobowym maksymalnie o ok. 20 mg%. Wyższe dodatki glukonianu lub wodorooasparaginianu magnezu powodowały zwiększoną wrażliwość na temperaturę repasteryzacji i w rezultacie ścięcie białek (tab. 1).

Tabela 1

Wpływ dodatku soli wapnia lub soli magnezu na wartość pH mleka i powstanie skrzepu białek.  
Effect of additions of calcium or magnesium salts on pH value and clots formation of proteins.

Dodatek wapnia lub magnezu Addition of calcium or magnesium		Wartość pH pH value	Obecność skrzepu białek Presence of clots of proteins
mleko bez dodatków / pure milk		6,63	brak skrzepu / no clots
+ 13 mg% Ca	jako mleczan wapnia in the form of calcium lactate	6,59	brak skrzepu / no clots
+ 26 mg% Ca		6,52	
+ 39 mg% Ca		6,46	skrzep / clots
+ 1,5 mg% Mg	jako wodorooasparaginian magnezu in the form of magnesium hydroasparaginate	6,60	brak skrzepu / no clots
+ 4,5 mg% Mg		6,58	
+ 9,0 mg% Mg		6,54	
+ 13,4 mg% Mg		6,54	
+ 18,0 mg% Mg		6,52	
+ 22,5 mg% Mg		6,48	skrzep / clots
+ 1,8 mg% Mg		jako glukonian magnezu in the form of magnesium gluconate	6,62
+ 5,9 mg% Mg	6,58		
+ 11,7 mg% Mg	6,52		
+ 17,6 mg% Mg	6,52		
+ 23,4 mg% Mg	6,49		skrzep / clots

Wcześniej prowadzone badania w Zakładzie Biotechnologii Mleka SGGW dowiodły, że w przypadku soli wapniowych nierozpuszczalnych w wodzie, jak np. cytrynianu wapnia, nawet 5 % dodatek nie powoduje cieplnej destabilizacji białek mleka [6, 12, 13]. Dlatego w niniejszej pracy nie badano w osobnych doświadczeniach wpływu cytrynianu wapnia na stabilność cieplną białek mleka, wykorzystując do drugiej części badań wyniki wcześniejszych analiz.



Rys. 1. Zmiana wartości pH próbek mleka w zależności od dodatku soli wapnia i soli magnezu (wartości średnie).

Fig. 1. Change in pH value of milk samples depending on addition of calcium and magnesium salts (mean values).

W niniejszej pracy przeprowadzono również próbę wzbogacenia mleka przegotowanego, stosując mieszanki soli wapniowych i magnezowych (tab. 2).

Korzystne wyniki uzyskano w przypadku mieszanek cytrynianu wapnia z wodorooasparaginianem magnezu oraz glukonianem magnezu. Wykazano, że stosując wyżej wymienioną mieszankę soli można wzbogacić mleko przegotowane o co najmniej 72 mg% wapnia i około 30 mg% magnezu. Dodatek takich ilości wymienionych soli nie spowodował koagulacji białek podczas repasteryzacji mleka, a kwasowość czynna mleka wyniosła ponad 6,52.

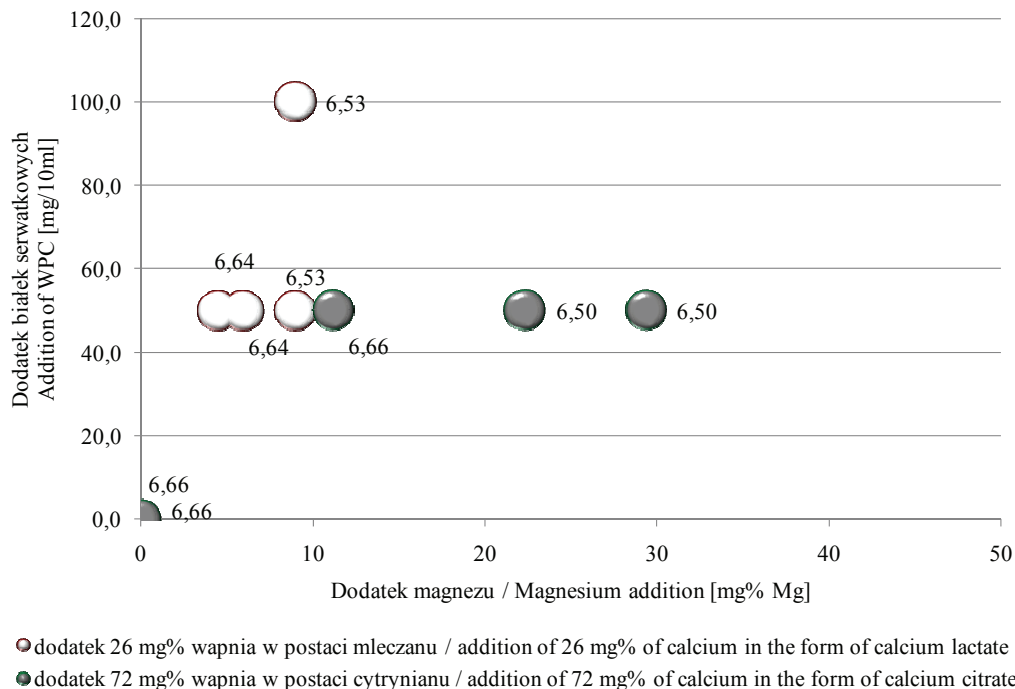
Jeszcze mniejsze wzbogacenie w wapń i magnez uzyskano przy zastosowaniu mieszanek soli rozpuszczalnych w wodzie (mleczanu wapnia i jednej z dwóch stosowanych soli magnezowych). Połączenie mleczanu wapnia i glukonianu magnezu umożliwiło równoczesne wzbogacenie mleka przegotowanego o 26 mg% wapnia i około 13 mg% magnezu lub, alternatywnie, o 13 mg% wapnia i około 18 mg% magnezu (rys. 1). Wynika z tego, że podczas wzbogacania mleka przegotowanego, istotna jest nie tylko ilość poszczególnych minerałów dodawanych do mleka, ale również suma ich ilości.

Prawdopodobnie można to uzasadnić podobieństwem właściwości chemicznych jonów wapnia i magnezu.

T a b e l a 2

Wpływ dodatku soli wapnia i magnezu na wartość pH mleka i powstanie skrzepu białek.  
Effect of the addition of calcium and magnesium salts on pH value and clots formation of proteins.

Dodatek wapnia lub magnezu Addition of calcium or magnesium addition	Wartość pH pH value	Obecność skrzepu białek Presence of clots of proteins
mleko bez dodatków / milk with no additives	6,65	brak skrzepu no clots
+ 72 mg% Ca (jako cytrynian wapnia / in the form of calcium citrate)	6,64	brak skrzepu no clots
+ 72 mg% Ca (jako cytrynian wapnia / in the form of calcium citrate) + 4,5 mg% Mg (jako wodorooasparaginian magnezu / in the form of magnesium hydrooasparaginate)	6,63	brak skrzepu no clots
+ 72 mg% Ca (jako cytrynian wapnia / in the form of calcium citrate) + 8,9 mg% Mg (jako wodorooasparaginian magnezu / in the form of magnesium hydrooasparaginate)	6,61	brak skrzepu no clots
+ 72 mg% Ca (jako cytrynian wapnia / in the form of calcium citrate) + 26,8 mg% Mg (jako wodorooasparaginian magnezu / in the form of magnesium hydrooasparaginate)	6,53	brak skrzepu no clots
+ 72 mg% Ca (jako cytrynian wapnia / in the form of calcium citrate) + 31,2 mg% Mg (jako wodorooasparaginian magnezu / in the form of magnesium hydrooasparaginate)	6,52	brak skrzepu no clots
+ 72 mg% Ca (jako cytrynian wapnia / in the form of calcium citrate) + 35,2 mg% Mg (jako wodorooasparaginian magnezu / in the form of magnesium hydrooasparaginate)	6,50	skrzep / clots
+ 72 mg% Ca (jako cytrynian wapnia / in the form of calcium citrate) + 5,9 mg% Mg (jako glukonian magnezu / in the form of magnesium gluconate)	6,60	brak skrzepu no clots
+ 72 mg% Ca (jako cytrynian wapnia / in the form of calcium citrate) + 11,7 mg% Mg (jako glukonian magnezu / in the form of magnesium gluconate)	6,63	brak skrzepu no clots
+ 72 mg% Ca (jako cytrynian wapnia / in the form of calcium citrate) + 29,3 mg% Mg (jako glukonian magnezu / in the form of magnesium gluconate)	6,53	brak skrzepu no clots
+ 72 mg% Ca (jako cytrynian wapnia / in the form of calcium citrate) + 41,0 mg% Mg (jako glukonian magnezu / in the form of magnesium gluconate)	6,49	skrzep / clots



Rys. 2. Zmiana wartości pH próbek mleka w zależności od dodatku soli magnezu i WPC (wartości średnie).

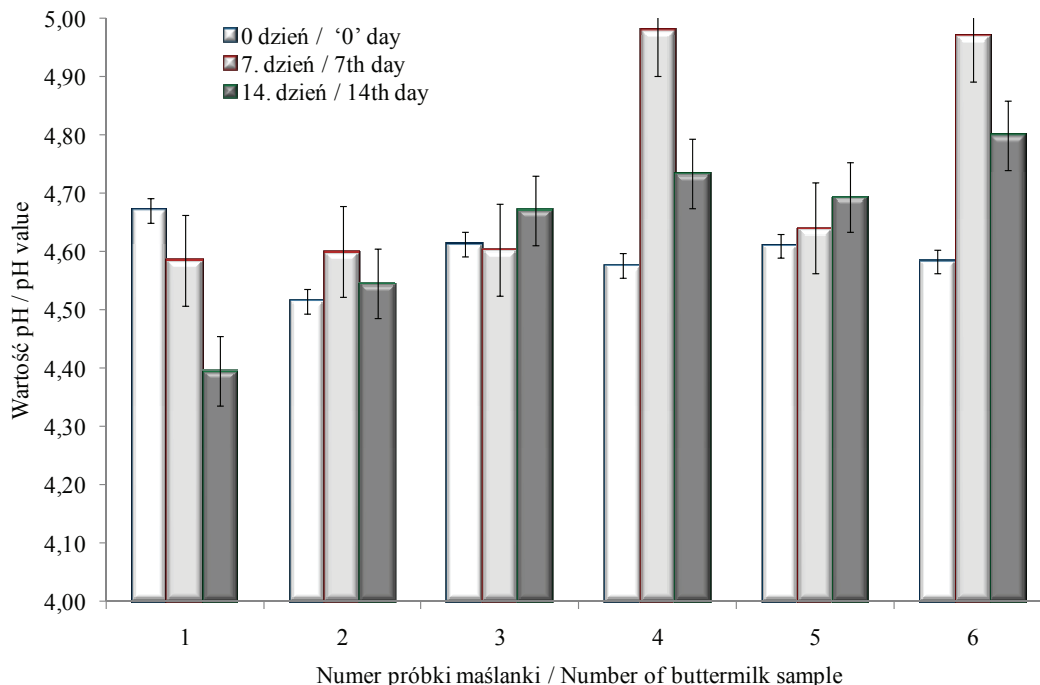
Fig. 2. Change in pH value of milk samples depending on addition of magnesium salt and WPC (mean values).

W niniejszej pracy zbadano również wpływ mieszanki stosowanych soli wapniowych i magnezowych na termiczną stabilność mleka zawierającego podwyższoną ilość białek serwatkowych. Okazało się, że obecność większych ilości białek serwatkowych, dodanych w postaci koncentratu białek serwatkowych (WPC 68), znacznie ograniczyła możliwość wzbogacania mleka w wapń i magnez (rys. 2).

Podsumowując, w pierwszym etapie badań najlepsze rezultaty uzyskano stosując następujące mieszanki złożone z:

- 72 mg% Ca w postaci cytrynianu wapnia, 29,3 mg% Mg w postaci glukonianu lub wodorooasparaginianu magnezu, 1% WPC,
- 26 mg% Ca w postaci mlecyanu wapnia, 8,9 mg% Mg w postaci glukonianu lub wodorooasparaginianu magnezu, 1% WPC.

W drugiej części pracy otrzymywano maślanekę z mleka wzbogaconego w wybrane składniki według receptury opracowanej w etapie pierwszym. Dodatki wprowadzano przed repasteryzacją mleka. Wyniki przedstawiono na rys. 3 - 5.



Objaśnienia: Explanatory notes:

1 - maślanka bez dodatków / buttermilk with no additions.

2 - maślanka z 1% WPC / buttermilk with 1% WPC.

3 - maślanka z 26 mg% Ca w postaci mlecyanu wapnia, 8,9 mg% Mg w postaci glukonianu magnezu i 1% WPC / buttermilk with 26 mg% Ca in the form of calcium lactate, 8,9 mg% Mg in the form of magnesium gluconate, and 1% WPC.

4 - maślanka z 72 mg% Ca w postaci cytrynianu wapnia, 29,3 mg% Mg w postaci glukonianu magnezu i 1% WPC / buttermilk with 72 mg% Ca in the form of calcium citrate, 29,3 mg% Mg in the form of magnesium gluconate, and 1% WPC.

5 - maślanka z 26 mg% Ca w postaci mlecyanu wapnia, 8,9 mg% Mg w postaci wodorooasparagianu magnezu i 1% WPC / buttermilk with 26 mg% Ca in the form of calcium lactate, 8,9 mg% Mg in the form of magnesium hydroasparaginate, and 1% WPC.

6 - maślanka z 72 mg% Ca w postaci cytrynianu wapnia, 29,3 mg% Mg w postaci wodorooasparagianu magnezu i 1% WPC / buttermilk with 72 mg% Ca in the form of calcium citrate, 29,3 mg% Mg in the form of magnesium hydroasparaginate, and 1% WPC.

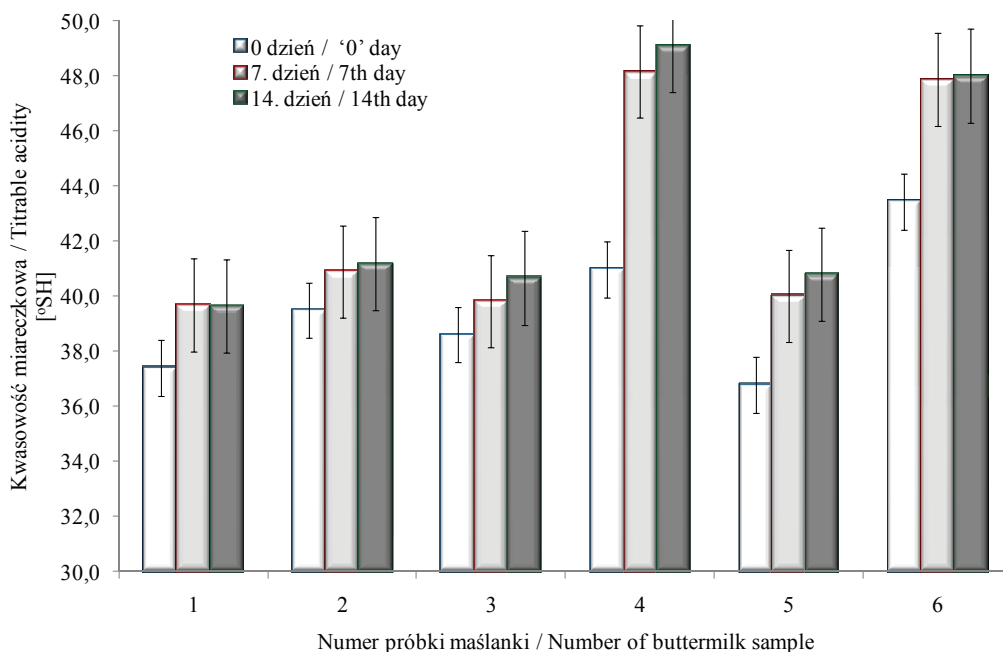
Rys. 3. Zmiana wartości pH próbek maślanki w zależności od wariantu wzbogacenia podczas 14-dniowego chłodniczego przechowywania (wartości średnie i SD).

Fig. 3. Change in pH value of buttermilk samples depending on the fortification option during 14-day refrigerated storage (mean values and SD).



Maślanka kontrolna bez dodatku mieszanki soli mineralnych i białek serwatkowych odznaczała się w czasie przechowywania zmniejszeniem wartości pH i wzrostem wartości kwasowości miareczkowej (rys. 3 i 4). Do analogicznych wniosków doszli Cais-Sokolińska i Pikul [1], badając trwałość biośmietany w zależności od warunków przechowywania. Podobne tendencje obserwuje się w trakcie przechowywania innych mlecznych napojów fermentowanych [7, 19].

W oznaczeniach fizykochemicznych wykazano, że próbki maślanek wzbogaczonych cytrynianem wapnia, glukonianem lub wodorooasparaginianem magnezu i białkami serwatkowymi cechowały się zmiennymi wartościami pH w okresie 14 dni chłodniczego przechowywania (rys. 3). Dla porównania, próbki maślanek wzbogaczonych mleczanem wapnia, glukonianem lub wodorooasparaginianem magnezu i białkami serwatkowymi praktycznie nie zmieniały wartości pH w tym samym czasie.



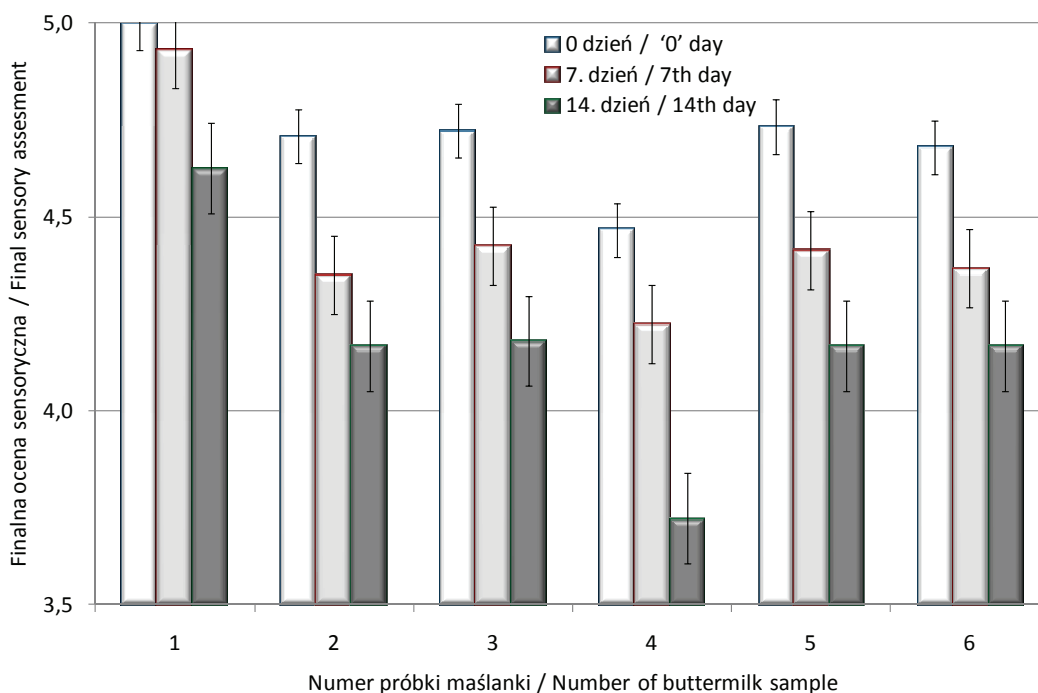
Objaśnienia jak na rys. 3 / Explanatory notes as in Fig. 3.

Rys. 4. Zmiana kwasowości miareczkowej próbek maślanki w zależności od wariantu wzbogacenia podczas 14-dniowego chłodniczego przechowywania (wartości średnie i SD).

Fig. 4. Change in titratable acidity of buttermilk samples depending on fortification option during 14-day refrigerated storage (mean values and SD).

Podobnych obserwacji dokonano podczas pomiaru kwasowości miareczkowej próbek maślanki (rys. 4). W próbkach wzbogaczonych mleczanem wapnia, glukonianem

lub wodorooasparaginianem magnezu i białkami serwatkowymi zmiany kwasowości miareczkowej były nie większe niż w próbce maślanki kontrolnej. Natomiast próbki maślanek wzbogacanych cytrynianem wapnia, glukonianem lub wodorooasparaginia-  
nem magnezu i białkami serwatkowymi wykazały się największymi wahaniami kwa-  
sowości miareczkowej.



Objaśnienia jak na rys. 3 / Explanatory notes as in Fig. 3.

Rys. 5. Zmiana oceny sensorycznej próbek maślanki w zależności od wariantu wzbogacenia podczas 14-dniowego chłodniczego przechowywania (wartości średnie i SD).

Fig. 5. Change in the sensory assessment of buttermilk samples depending on fortification option during 14-day refrigerated storage (mean values and SD).

Zawartość białka w maślanke kontrolnej wynosiła średnio 3,0 %. W niniejszej pracy, zawartość białka w maślanke wzbogaonej tylko białkami serwatkowymi wynosiła 3,3 - 3,4 %, czego należało się spodziewać.

W ocenie sensorycznej maślanka kontrolna (nie zawierająca dodatku wapnia, magnezu i WPC) była wyżej oceniana (4,70 - 5,0 pkt) niż maślanki wzbogacane mieszankami soli wapniowych i magnezowych oraz koncentratem białek serwatkowych (rys. 5). Maślanka wzbogacona białkami serwatkowymi, ale bez dodatku soli wapniowych i magnezowych, otrzymała noty od 4,10 do 4,70 pkt. Podobne rezultaty osiągnęli She-

lef i Ryan [8], którzy uzyskali wyższą ocenę punktową próbki kontrolnej niż próbek wzbogacanym w sole mineralne.

Substancje będące nośnikami wapnia lub magnezu nie powinny wpływać niekorzystnie na zmianę barwy, smaku i zapachu produktu, skracać okresu jego przydatności do spożycia, jak również powodować zmiany produktu podczas transportu i magazynowania. Badania niniejszej pracy wykazały, że mieszanka cytrynianu wapnia z wodorooasparaginianem magnezu i białkami serwatkowymi nadaje maślance korzystniejsze cechy sensoryczne niż mieszanka cytrynianu wapnia, glukonianu magnezu i białek serwatkowych (rys. 5). Porównując maślanki wzbogacane mleczanem wapnia i solami magnezowymi z dodatkiem białek serwatkowych można zauważyć, że wyższe oceny sensoryczne otrzymywała maślanka z dodatkiem wodorooasparaginianu magnezu i ona prawdopodobnie będzie bardziej pożądana przez konsumenta. Wynika z tego, że najkorzystniejszym rozwiązaniem dla technologii przemysłowej jest produkcja maślanki wzbogaconej solami wapniowymi, wodorooasparaginianem magnezu i białkami serwatkowymi. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że to właśnie ta maślanka będzie najchętniej kupowana przez konsumentów.

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że zwiększenie zawartości wapnia, magnezu oraz białek serwatkowych w maślance jest możliwe przed procesem pasteryzacji mleka przerobowego, jednak wpływa niekorzystnie na cechy sensoryczne i fizykochemiczne końcowego produktu, co szczególnie uwidacznia się podczas jego chłodniczego przechowywania.

Jak już wspomniano we wstępie, w przypadku mlecznych napojów fermentowanych związki wapnia lub magnezu mogą być dodawane do mleka przerobowego już po jego obróbce termicznej, bez wpływu na stabilność białek mleka i dynamikę fermentacji lub ewentualnie do odfermentowanego mleka [14]. Inną możliwość stwarza produkcja smakowych mlecznych napojów fermentowanych, do których związki wapnia lub magnezu można wprowadzać wraz z dodatkiem smakowym.

## **Wnioski**

1. Dodawanie soli wapniowych lub magnezowych, rozpuszczalnych w wodzie, do mleka przerobowego przed jego repasteryzacją, jest ograniczone ich wpływem na stabilność termiczną białek mleka.
2. Najkorzystniejsze wyniki wzbogacania uzyskano w przypadku mieszanek cytrynianu wapnia z wodorooasparaginianem magnezu oraz glukonianem magnezu. Stosując wyżej wymienioną mieszankę soli można wzbogacić mleko przerobowe o co najmniej 72 mg% wapnia i około 30 mg% magnezu. Był to maksymalny dodatek wymienionych soli, który nie powodował koagulacji białek podczas repasteryzacji mleka.

3. W czasie chłodniczego przechowywania wzbogaconych maślanek cechy sensoryczne i cechy fizykochemiczne ulegają pogorszeniu. Największe zmiany zaobserwowano w próbkach maślanek wzbogacanych cytrynianem wapnia, glukonianem magnezu i białkami serwatkowymi.

### Literatura

- [1] Cais-Sokolińska D., Pikul J.: Trwałość biośmietany w zależności od warunków temperaturowych przechowywania. *Chłodnictwo*, 2001, **36** (10), 42-45.
- [2] Flinger K., Linda Mood J.B., Hansen P.M.T.: Fortification of low - fat plain yogurt with calcium gluconate. *Cult. Dairy Prod. J.*, 1998, **23** (1), 5-9.
- [3] Gorski D.B.: With extra calcium. *Fortified dairy foods*. *Dairy Foods*, 1998, **8**, 39-40.
- [4] Kitlas M., Ziarno M.: Próba wzbogacenia serów twarogowych w wapń. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **3** (32) Supl., 79-88.
- [5] Krześniak J., Rutkowska U.: Współczesne poglądy na wzbogacanie produktów spożywczych w wapń. *Żyw. Człow. Met.*, 1995, **2**, 192-203.
- [6] Labin-Goldscher R., Edelstein S.: Calcium citrate: a revised look at calcium fortification. *Food Technol.*, 1996, **50** (6), 96-98.
- [7] Salji J.P., Ismail A.A.: Effect of initial acidity changes during refrigerated storage. *J. Food Sci.*, 1983, **48**, 258.
- [8] Shelef L.A., Ryan R.J.: Calcium supplementation of cottage cheese. *J. Dairy Sci.*, 1988, **71**, (10), 2618-2621.
- [9] Vyas H. K., Tong P. S.: Effect of calcium source and level on the heat stability of reconstituted skim milk powder. *Annual Meeting and Food Expo - Anaheim, California 2002*.
- [10] Watzke H.J.: Impact of processing on bioavailability examples of minerals in foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 1998, **9**, 320-327.
- [11] Weaver C.M., Evans G.H.: Nutrient interactions and hipertension. *Food Technol.*, 1986, **40**, 99.
- [12] Ziarno M., Nowak A., Pluta A.: Możliwości zastosowania soli wapniowych do wzbogacania cottage cheese w wapń. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*, 2004, **3** (1), 103-112.
- [13] Ziarno M., Semeniuk E., Kycia K.: Wpływ dodatku soli wapnia na stabilność mleka przeznaczonego do produkcji sera typu cottage cheese. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **2** (39), 81-91.
- [14] Ziarno M., Więclawski S.: Wpływ dodatku mleczanu wapnia na rozwój bakterii fermentacji mlekowej w bulionie MRS i mleku. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **4** (49), 110-119.
- [15] Ziarno M.: Wzbogacanie mleka spożywczego solami wapnia i magnezu. *Przegl. Mlecz.*, 2008, **2**, 4-10.
- [16] Ziarno M.: Wzbogacanie produktów mleczarskich w magnez. *Przem. Spoż.*, 2004, **12**, 38-41.
- [17] Ziarno M.: Wzbogacanie produktów mleczarskich w wapń. *Przegl. Mlecz.*, 2004, **9**, 4-9.
- [18] Zmarlicki S. (pod red.): *Ćwiczenia z analizy mleka i produktów mlecznych*. Wyd. SGGW, Warszawa 1981.
- [19] Żbikowski Z.: Badania nad zastosowaniem *Bifidobacterium bifidum* i *Lbc. acidophilus* do produkcji jogurtu. *Zesz. Nauk. ART w Olsztynie. Technologia Żywności*, 1981, **16**, 3.

**FORTIFYING BUTTERMILK WITH CALCIUM, MAGNESIUM, AND WHEY PROTEINS****S u m m a r y**

The objective of this study was to produce buttermilk fortified with calcium, magnesium, and whey protein by adding some selected calcium and magnesium salts, and a whey protein concentrate (WPC 68) into the milk being processed prior to its re-pasteurization.

At the first stage of the study, various amounts of calcium salts (calcium lactate, calcium citrate), magnesium salts (magnesium gluconate, magnesium hydroasparaginate), and WPC, or their mixtures, were added into the milk samples. Their impact on the thermal stability of milk during the 15 second re-pasteurization at 74°C was determined. After the thermal processing of milk, its pH value was measured and it was found that clots of proteins were formed. It was proved that when a mixture made of calcium citrate, magnesium hydroasparaginate, and magnesium gluconate was applied, it was possible to fortify the milk being processed with, at least, 72 mg% of calcium and with about 30 mg% of magnesium. The addition of the indicated amounts of the two above mentioned salts did not cause the milk proteins to coagulate during the milk re-pasteurization, and the active acidity of milk was higher than 6.52. At the second stage of the study, under the laboratory conditions, buttermilk was produced from the milk fortified with the selected elements according to the formula developed at the first stage. The additives were added into the milk before its re-pasteurization (74 °C/15 s). During the refrigerated storage of the buttermilk produced, its sensory and physicochemical properties deteriorated. The strongest changes were found in the buttermilk samples fortified with calcium citrate, magnesium gluconate, and WPC. It was proved that the most favourable solution was to produce buttermilk fortified with calcium salts, magnesium hydroasparaginate, and WPC.

**Key words:** buttermilk, fortification, calcium lactate, calcium citrate, magnesium gluconate, magnesium hydroasparaginate, whey protein concentrate ☒

EUGENIA GRZEŚKOWIAK, BRONISŁAW BORYS, JERZY STRZELECKI,  
KAROL BORZUTA, ANDRZEJ BORYS, DARIUSZ LISIAK

**PODSTAWOWY SKŁAD CHEMICZNY ORAZ WYBRANE  
PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE MIĘSA JAGNIĄT TUCZONYCH  
PASZAMI SUCHYMI LUB Z UDZIAŁEM ZIELONEK**

Streszczenie

Badano wpływ żywienia jagniąt zielonkami oraz pochodzenia rasowego jagniąt na podstawowy skład chemiczny i cechy fizykochemiczne mięśnia *longissimus dorsi*. Jagnięta tryczki (po 50 % z plennej linii owcy kołudzkiej i mieszańców F1 po trykach mięsnych Ile de France) tuczono intensywnie do masy ciała 32 - 37 kg, w 3 grupach, tą samą mieszanką treściwą zadawaną *ad libitum*, przy zróżnicowanym dodatku paszy objętościowej (siano z traw, zielonka polowa, wypas na pastwisku). Zastosowane metody żywienia oraz schemat krzyżowania towarowego wpłynęły na przetłuszczenie śródmięśniowe mięsa. Istotnie bardziej przetłuszczone mięso uzyskano z jagniąt wypasanych czasowo na pastwisku niż tuczonych w owarzni z dodatkiem siana z traw lub zielonki z upraw polowych oraz z jagniąt plennej owcy kołudzkiej niż z mieszańców tej linii z trykami rasy Ile de France. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy próbami pod względem wielkości wycieku naturalnego, wodochłonności i ubytków masy tkanki mięśniowej podczas gotowania, zarówno w zależności od systemu żywienia, jak i pochodzenia rasowego jagniąt. Nie stwierdzono wyraźniejszego wpływu czynnika żywieniowego na kształtowanie się pH i przewodności elektrycznej tkanki mięśniowej jagniąt, przy istotnie wyższym pH i tendencji do mniejszej przewodności elektrycznej *m. longissimus dorsi* mieszańców niż jagniąt owcy kołudzkiej. Wyraźniejszy i częściowo potwierdzony statystycznie wpływ żywienia tuczonych jagniąt paszą z udziałem zielonek obserwowano w zakresie barwy mięsa, marmurkowatości oraz kruchości. Krzyżowanie owiec kołudzkich z trykami Ile de France nie wpłynęło na barwę mięsa, przy tendencji do mniejszej marmurkowatości i zmniejszenia kruchości w porównaniu z jagniętami linii wyjściowej.

**Słowa kluczowe:** jagnięta rzeźne, jakość mięsa, żywienie zielonkami, krzyżowanie towarowe

---

*Dr hab. E Grześkowiak, dr hab. J Strzelecki, dr hab. K. Borzuta, dr hab. A Borys, dr D. Lisiak, Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w Warszawie, Dział Surowcowo-Inżynieryjny ul. Głogowska 239 60-111 Poznań, prof. dr hab. B. Borys, Instytut Zootechniki, Zootechniczny Zakład Doświadczalny Kolumbia Wielka 88-160 Janikowo*

## Wprowadzenie

Produkcja mięsa jagnięcego dobrej jakości zależy od wielu czynników, przede wszystkim od technologii produkcji, w tym systemu żywienia i standardu wagowego jagniąt rzeźnych oraz ich rasy [1, 3, 9, 21]. W krajowym chowie owiec dominuje obecnie mięsny kierunek użytkowania. Wzrasta zatem znaczenie dobrej jakości mięsa jagnięcego oraz jego wartości kulinarnej [8, 12, 22]. Wśród czynników żywieniowych największy wpływ na jakość mięsa ma rodzaj pasz oraz system żywienia tuczonych jagniąt. W celu poprawy cech dietetycznych jagnięciny, w żywieniu jagniąt stosuje się różnego rodzaju dodatki, w tym nasiona roślin oleistych, głównie rzepaku i lnu [4, 13, 16]. Z badań Klewca i wsp. [15] nad wpływem tuczu pastwiskowego i alkierzowego na jakość mięsa wynika, że z jagniąt żywionych mlekiem owiec i zieloną pastwiskową uzyskuje się mięso o wyższej jakości dietetycznej niż z jagniąt tuczonych wysokobiałkową mieszanką treściwą w systemie alkierzowym.

Celem badań było określenie wpływu stosowania zielonek w tuczu intensywnym jagniąt oraz ich pochodzenia rasowego na podstawowy skład chemiczny i wybrane cechy fizykochemiczne tkanki mięśniowej.

## Material i metody badań

Badania przeprowadzono na 18 tryczkach tuczonych intensywnie po odsadzeniu od matek w wieku 7 - 8 tygodni (masa ciała około 21 kg) do osiągnięcia masy ciała 32 - 37 kg; 9 tryczków z plennej linii owcy kołudzkiej (OK) oraz 9 mieszańców F<sub>1</sub> z krzyżowania towarowego tryków mięsnej rasy Ile de France x owca kołudzka (IfxOK).

Jagnięta tuczono w 3 grupach (po 50 % tryczków OK i IfxOK) taką samą mieszanką treściwą zadawaną *ad libitum* i zróżnicowanym dodatkiem paszy objętościowej. W grupie K jagnięta otrzymywały siano z traw (100 g na 1 kg zadawanej mieszanki treściwej), w Z - zielonkę z upraw polowych zadawaną w owczarni (0,5 kg/1 kg mieszanki), a w grupie P stosowano wypas na pastwisku przez 4 h na dobę. Zestawy pasz spożytych przez jagnięta z porównywanych grup żywieniowych zawierały w suchej masie podobną ilość białka ogólnego, tłuszczu surowego (grupa K - 5,08, Z - 5,50 i P - 4,91 g/100 g), włókna i substancji bezazotowych wyciągowych.

W surowym mięśniu *longissimus dorsi* (l.d.) oznaczano:

- zawartość wody przez suszenie próbki w temp. 105 °C do ustalenia stałej masy,
- zawartość białka metodą Kjeldahla w aparacie firmy Tecator [18],
- zawartość tłuszczu metodą Soxhleta [17],
- wyciek naturalny z próbki mięśnia podczas przechowywania przez 48 h w temp. 4 °C (wyrażony jako % ubytku masy próbki),
- wodochłonność (WHC) metodą Grau'a i Hamma [6] w modyfikacji Pohja i Niniwaara [19],

- ubytek termiczny masy mięśnia podczas gotowania w wodzie do uzyskania temperatury wewnętrznej 70 °C [2],
- ocenę sensoryczną barwy mięsa przez 5-osobowy zespół oceniający, z wykorzystaniem wzorców Soicarni w skali 8-punktowej (1 pkt - barwa jasna, 8 pkt - barwa ciemna),
- parametry barwy L\*, a\* i b\* za pomocą aparatu Minolta CR 400,
- marmurkowatość metodą sensoryczną przy wykorzystaniu wzorców przetłuszczenia (1 pkt - przetłuszczenie niewidoczne, 5 pkt - bardzo silne).

Pomiary kruchości mięsa wykonywano na próbach l.d. po ugotowaniu przy użyciu szerometru Warnera-Bratzlera (WB).

Wartość pH mięsa ustalano po 24 h od uboju za pomocą pehametru Radiometr PHM 80 Portable z elektrodą zespoloną. Przewodność elektryczną (EC) mierzono również po 24 h od uboju aparatem PQM-L KOMBI. Pomiary obu tych parametrów wykonywano w 3 punktach mięśnia l.d. (na wysokości 6/7 kręgu piersiowego oraz 1/2 i 3/4 kręgu lędźwiowego), a także w mięśni lędźwiowym większym.

Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu pakietu STATISTICA 8.0, przy zastosowaniu dwuczynnikowej analizy wariancji (metoda żywienia, pochodzenie rasowe), w układzie ortogonalnym, model z interakcjami. Istotność różnic pomiędzy grupami żywieniowymi szacowano testem Duncana.

## Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono charakterystykę cech fizykochemicznych mięśnia *longissimus dorsi* badanych jagniąt w zależności od stosowanego systemu żywienia i pochodzenia rasowego. Obydwa czynniki doświadczalne nie miały wpływu na zawartość wody i białka w badanym mięśniu. Stwierdzono natomiast potwierdzone statystycznie różnice zawartości tłuszczu śródmięśniowego zarówno pomiędzy grupami żywieniowymi, jak i rasowymi. Mięsień jagniąt wypasanych na pastwisku (grupa P) zawierał istotnie więcej tłuszczu w porównaniu z grupami K i Z, odpowiednio o 38,1 i 26,7 % ( $P \leq 0,05$ ). Krzyżowanie owcy kołudzkiej z trykami mięsnej rasy Ile de France spowodowało istotne zmniejszenie przetłuszczenia tkanki mięśniowej. Zawartość tłuszczu w l.d. tryczków IfxOK była o 21,2 % mniejsza niż w OK ( $P \leq 0,05$ ) (tab. 1).

Z publikacji innych autorów wynika, że zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięsie jagnięcym zależy zarówno od metody żywienia, jak i od pochodzenia rasowego jagniąt, a wpływ tych czynników może być modyfikowany przez wiele różnych sposobów [14]. Generalnie zawartość tłuszczu śródmięśniowego badanych jagniąt mieściła się w przedziale wartości referencyjnych uznawanych za optymalne dla jagnięciny kulinarnej (1,5 - 2,5 %). Podobne wartości w mięśni jagniąt różnych ras i mieszańcach międzyrasowych uzyskali: Borys B. i Borys A. [3], Ciuryk i Kaczor [5] oraz Grześkowiak i wsp. [8]. W dostępnym piśmiennictwie podaje się rozbieżne



wyniki odnośnie wpływu żywienia zielonkami (pastwiska) na poziom przetłuszczenia mięsa jagnięcego. Większość wyników dotyczy jednak porównania ekstensywnego utrzymania na pastwisku z tuczem intensywnym prowadzonym w owczarni lub dokarmianiem paszami treściwymi jagniąt tuczonych na pastwisku. W dostępnym piśmiennictwie brak jest w zasadzie danych pozwalających na przedyskutowanie własnych wyników dotyczących tuczu intensywnego ze stosowaniem zielonek jako dodatku w celu poprawy struktury dawki. Dufey i Wirz (cyt. za Kędziorem [14]) wykazali, że w mięśni jagniąt rasy Weisses Alpenschaf tuczonych ekstensywnie w systemie pastwiskowym było więcej tłuszczu niż w mięśni jagniąt tuczonych intensywnie w systemie alkierzowym. Natomiast Rowe i wsp. [20] stwierdzili, że w mięśni l.d. jagniąt rasy Corriedale i jej mieszańców było mniej tłuszczu w mięśniach jagniąt tuczonych na pastwisku niż zwierząt żywionych paszą treściwą.

Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic dot. wielkości wycieku naturalnego, wodochłonności i ubytków masy podczas gotowania, zarówno w zależności od systemu żywienia, jak i pochodzenia rasowego tuczonych jagniąt (tab. 1). Podobne, również stosunkowo niskie wartości wycieku naturalnego (< 3 %) i ubytków masy przy gotowaniu prób (< 30 %) obserwowano w badaniach Grześkowiak i wsp. [8], natomiast notowano wyższą wodochłonność (średnio około 35 %). Jeszcze niższe wartości wycieku swobodnego w mięśni l.d. jagniąt różnych ras afrykańskich (na poziomie 1 %) stwierdzili Hoffman i wsp. [11]. Niskie wartości wszystkich tych parametrów świadczą o dobrym wiązaniu wody przez mięso uzyskane z badanych jagniąt.

Ocena sensoryczna barwy, jak i pomiar jasność barwy ( $L^*$ ) mięśnia l.d. nie wykazały istotnych różnic między grupami żywieniowymi, przy lekko zaznaczonej tendencji do pojaśnienia barwy w obu grupach „zielonkowych” Z i P (tab. 1). Nie stwierdzono wpływu żywienia zielonkami na wartość pomiaru składowej barwy czerwonej ( $a^*$ ). Wystąpiły natomiast istotne i zaskakujące różnice pomiędzy wynikami pomiarów składowej barwy żółtej ( $b^*$ ). W porównaniu z mięśniem jagniąt grupy kontrolnej K, w grupie Z obserwowano wyższy udział tej składowej barwy (o 7,8 %,  $P \leq 0,05$ ), a w P był istotnie niższy – o 29,1 % ( $P \leq 0,01$ ). Udział składowej  $b^*$  w mięśni l.d. jagniąt P był również istotnie niższy niż w grupie Z – o 34,2 % ( $P \leq 0,01$ ). Ponadto Ender i wsp. [10] wykazali, że system żywienia tuczonych jagniąt mieszanką treściwą lub zielonką nie jest czynnikiem różnicującym istotnie barwę ich mięsa. Równocześnie nie stwierdzono wyraźniejszego wpływu czynnika rasowego na żaden z analizowanych parametrów określających barwę mięsa metodą sensoryczną i instrumentalną (tab. 1).

Nie stwierdzono statystycznie potwierdzonych różnic w ocenach marmurkowości mięsa w zależności od żywienia, jednak przy tendencji do wyższych ocen (średnio o 12 %) w grupie Z w porównaniu z podobnymi pod tym względem grupami K i P. Nie koresponduje to z wcześniej omówionym, najwyższym przetłuszczeniem mięśni jagniąt „pastwiskowych” P, które zawierały istotnie więcej tłuszczu śródmięśniowego

niż z grup K i Z. Mogło być to spowodowane często występującym dość zmiennym rozmieszczeniem tkanki tłuszczowej na przekroju mięśni jagniąt.

Logicznie w stosunku do przetłuszczenia tkanki mięśniowej kształtowały się różnice w ocenach marmurkowatości mięśni jagniąt z porównywanych grup rasowych. Wyższym o 16,1 % ocenom marmurkowatości mięśnia l.d. jagniąt OK niż mieszańców IfxOK towarzyszyła, omówiona wcześniej, istotnie większa zawartość tłuszczu śródmięśniowego (tab. 1).

Różnice między grupami żywieniowymi pod względem kruchości mięsa były liczbowo wyraźne, jednak ze względu na stosunkowo małą liczebność materiału i dużą zmienność pomiarów okazały się statystycznie nieistotne; współczynniki zmienności w grup żywieniowych od 24,4 do 32,5 % (tab. 1). Żywienie zielonkami w owczarni spowodowało korzystną poprawę tego parametru w stosunku do mięsa jagniąt grupy kontrolnej (obniżenie o 8,6 %), natomiast wypas na pastwisku – zmniejszenie kruchości, tj. wzrost o 9,7%. Również różnice kruchości mięsa jagniąt z porównywanych grup rasowych były wyraźne, choć z wcześniej omówionych przyczyn statystycznie niepotwierdzone. Mięśnie mieszańców towarowych owiec kołudzkich z trykami Ile de France były o 24,5 % twardsze niż jagniąt linii wyjściowej.

Mięso badanych jagniąt było mniej kruche niż we wcześniejszych badaniach własnych [7, 9] od tuczonych do podobnych standardów wagowych jagniąt plennej linii merynofina Mf-40 oraz mieszańców F<sub>1</sub> po trykach ras mięsnych Teksel i Charolais (44 - 50 N).

Nie stwierdzono wyraźniejszego i statystycznie potwierdzonego wpływu czynnika żywieniowego na kształtowanie się pH i przewodności elektrycznej badanej tkanki mięśniowej. Średnie wartości pH<sub>24</sub> i przewodności elektrycznej EC<sub>24</sub> (tab. 2) określone w kilku punktach mięśnia l.d. oraz w mięśniu lędźwiowym większym mieściły się odpowiednio w przedziałach: pH<sub>24</sub> od 5,58 do 5,68, a EC<sub>24</sub> od 2,53 do 4,22 mS. Można jednak zaobserwować dość wyraźną tendencję do obniżonej wartości przewodności elektrycznej mięśnia l.d. jagniąt „pastwiskowych” z grupy P w stosunku do kontrolnej K (średnio w 3 punktach o 18,7 %) i równocześnie podwyższonej (o 25,3 %) w mięśniu lędźwiowym większym. Stosowanie zielonek polowych w owczarni powodowało ogólnie pewne podwyższenie EC<sub>24</sub> w stosunku do grupy K (średnio z pomiarów w 4 punktach o 5,1 %). Należy jednak zwrócić uwagę na wyraźnie najwyższą wartość tego parametru w grupie Z przy pomiarze na wysokości 3/4 kręgu lędźwiowego – o 16,2 % wyższą niż w K i o 39,3 % w porównaniu z P.

Tabela 1

Podstawowy skład chemiczny i wybrane parametry fizykochemiczne mięsna *longissimus dorsi*.  
 Basic chemical composition and selected physicochemical parameters of m. *longissimus dorsi*.

Parametry fizykochemiczne Physicochemical parameters	Miara stat. Statistical measure		Grupa żywieniowa / Feeding group			Grupa rasowa / Breed group			SEM
	n	K	Z	P	OK	IfxOK	9		
			6	6				6	
Składniki chemiczne / Chemical components [g/100 g]:									
- woda / water [%]	$\bar{x}$ [v%]	76,2 0,6	75,2 1,2	75,4 1,3	75,4 1,3	75,3 1,3	75,9 0,9	0,21	
- białko / protein [%]	$\bar{x}$ [v%]	20,9 1,4	21,8 4,0	21,0 3,5	21,0 3,5	21,3 4,4	21,2 2,5	0,17	
- tłuszcz / fat [%]	$\bar{x}$ v%	1,9 a 15,3	2,1 b 22,3	2,6 ab 22,6	2,6 ab 22,6	2,4a 22,9	1,9 a 20,7	0,13	
Wyciek naturalny [%] Drip loss	$\bar{x}$ [v%]	2,21 35,7	1,91 55,0	2,12 71,1	2,12 71,1	2,06 58,7	2,10 49,0	0,26	
Wodochłonność [%] Water holding capacity	$\bar{x}$ [v%]	30,38 5,2	28,11 9,5	30,42 3,7	30,42 3,7	29,76 5,3	29,52 8,9	0,50	
Ubytek termiczny [%] Cooking loss	$\bar{x}$ [v%]	27,53 10,1	30,52 17,0	28,08 13,3	28,08 13,3	28,97 17,0	28,40 11,1	0,95	

c.d. tab. 1

Ocena barwy [1-8 pkt] Colour evaluation [1-8 points]	$\bar{x}$ [v%]	4,57	4,59	4,43	4,60	4,47	0,10
Parametry barwy: - L* Colour parameters:	$\bar{x}$ [v%]	39,85 3,4	41,17 3,0	41,31 1,5	41,03 3,2	40,25 3,3	0,30
- a*	$\bar{x}$ [v%]	11,93 1,5	11,90 3,0	11,80 2,9	12,0 2,9	11,74 1,8	0,07
- b*	$\bar{x}$ [v%]	2,56 Ba 7,4	2,77 Aa 6,5	1,88 AB 15,5	2,34 17,5	2,45 20,4	0,10
Marmurkowatość [1-5 pkt] Marbling degree [1-5 points]	$\bar{x}$ [v%]	1,58 21,5	1,73 28,9	1,51 16,6	1,73 22,0	1,49 22,1	0,09
Kruchość WB [N] Tenderness	$\bar{x}$ [v%]	73,8 28,9	64,4 32,5	86,1 24,4	66,7 27,8	82,9 28,3	4,88

AA, BB –  $P \leq 0,01$ ; aa –  $P \leq 0,05$

T a b e l a 2

Charakterystyka pH<sub>24</sub> i przewodności elektrycznej (EC<sub>24</sub>) wybranych mięśni jagniąt.  
 Characteristics of pH<sub>24</sub> and electrical conductivity (EC<sub>24</sub>) of the selected muscles of lambs.

Wyszczególnienie Specification	Miara stat. Statistic. measure	Grupa żywieniowa / Feeding group				Grupa rasowa Breeding group		SEM
		K	Z	P	OK	IfxOK		
Pomiary pH <sub>24</sub> / pH <sub>24</sub> measurements:								
- średnio (a, b, c d)	$\bar{x}$ [v%]	5,66 1,1	5,64 1,1	5,63 0,5	5,62 a 0,4	5,67 a 1,1	0,01	
- 6/7 krąg piersiowy (a)	$\bar{x}$ [v%]	5,63 2,1	5,64 2,3	5,71 1,9	5,63 2,0	5,69 2,1	0,03	
- 6/7 <i>thoracic vertebra</i> (a)								
- 1/2 krąg lędźwiowy (b)	$\bar{x}$ [v%]	5,60 2,3	5,64 1,8	5,60 1,4	5,56 a 1,1	5,66 a 2,1	0,02	
- 1/2 <i>lumbar vertebra</i> (b)								
- 3/4 krąg lędźwiowy (c)	$\bar{x}$ [v%]	5,68 2,1	5,63 1,8	5,58 0,9	5,59 1,8	5,67 1,6	0,02	
- 3/4 <i>lumbar vertebra</i> (b)								
- mięsień lędźwiowy większy (d)	$\bar{x}$ [v%]	5,71 2,1	5,67 1,1	5,63 0,4	5,69 1,4	5,65 1,2	0,02	
- <i>psoas major musculus</i> (d)								

Pomiary EC <sub>24</sub> / measurements of EC <sub>24</sub> :													
- średnio (a, b, c d)	- mean (a, b, c d)	$\bar{x}$	3,36	3,53	3,00	3,44	3,15	0,12					
		[v%]	15,8	17,0	9,7	18,0	11,1						
- 6/7 krąg piersiowy (a)		$\bar{x}$	3,55	3,17	2,70	3,23	3,04	0,16					
- 6/7 <i>thoracic vertebra</i> (a)		[v%]	27,6	8,2	11,5	26,0	16,8						
- 1/2 krąg lędźwiowy (b)		$\bar{x}$	3,72	3,95	3,12	3,76	3,43	0,19					
- 1/2 <i>lumbar vertebra</i> (b)		[v%]	20,2	27,3	12,2	26,3	18,4						
- 3/4 krąg lędźwiowy (c)		$\bar{x}$	3,63	4,22 a	3,03 a	3,94	3,31	0,20					
- 3/4 <i>lumbar vertebra</i> (b)		[v%]	16,3	23,9	14,9	24,9	16,9						
- mięsień lędźwiowy większy (d)		$\bar{x}$	2,53	2,78	3,17	2,84	2,81	0,15					
- <i>psoas major musculus</i> (d)		[v%]	19,4	15,1	27,4	26,4	20,3						

aa – P ≤ 0,05

Mięśnie mieszańców IfxOK miały po 24 h od uboju średnio (z pomiarów w 4 punktach) istotnie wyższe pH niż owcy kołudzkiej OK – o 2,5 % ( $P \leq 0,05$ ). Mogło to wynikać z wolniejszego tempa procesu glikolizy poubojowej w porównaniu z mięsem jagniąt linii wyjściowej. Należy zwrócić również uwagę na dość wyraźną tendencję do obniżonego przewodnictwa elektrycznego mięśnia l.d. mieszańców we wszystkich 3 punktach pomiaru – średnio w grupie IfxOK o 10,4 % niższe niż w OK (NS). Stwierdzone zróżnicowanie między grupami rasowymi zarówno w zakresie pH, jak i EC dotyczyło tylko mięśnia l.d., natomiast w przypadku mięśnia lędźwiowego większe wartości obu tych parametrów w obu grupach rasowych były bardzo zbliżone.

Uzyskane wartości parametrów charakteryzujących stopień zakwaszenia, jak i przewodność elektryczną badanej tkanki mięśniowej wskazują, że z jagniąt wszystkich badanych grup żywieniowych, jak i grup rasowych uzyskano mięso o dobrej jakości [14].

### Wnioski

1. Zastosowane metody żywienia oraz schemat krzyżowania towarowego wpłynęły na przetłuszczenie śródmięśniowe mięsa jagniąt tuczonych intensywnie do wysokich standardów wagowych. Istotnie bardziej przetłuszczone mięso uzyskano z jagniąt wypasanych czasowo na pastwisku niż tuczonych w owczarni z dodatkiem siana z traw lub zielonki z upraw polowych oraz z jagniąt pełnej owcy kołudzkiej niż z mieszańców tej linii z trykami mięsnej rasy Ile de France.
2. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w wielkości wycieku naturalnego, wodochłonności i ubytkach masy tkanki mięśniowej podczas gotowania prób, zarówno w zależności od systemu żywienia, jak i pochodzenia rasowego jagniąt.
3. Nie stwierdzono wyraźniejszego wpływu czynnika żywieniowego na kształtowanie się pH i przewodności elektrycznej tkanki mięśniowej jagniąt, których średnie wartości notowano na poziomie odpowiednio ok. 5,6 i 3,0 do 3,5 mS
4. Wyraźniejszy i częściowo potwierdzony statystycznie wpływ żywienia tuczonych jagniąt z dodatkiem zielonek obserwowano w zakresie barwy mięsa (tendencja do pojaśnienia barwy w grupach żywionych zielonkami oraz zróżnicowany wpływ na udział składowej barwy żółtej  $b^*$ , marmurkowatości mięsa (tendencja do zwiększonej w mięśniach jagniąt żywionych zielonką w owczarni) oraz kruchości mięsa (tendencja do poprawy przy żywieniu zielonkami w owczarni i jej pogorszenia przy stosowaniu wypasu na pastwisku).
5. Krzyżowanie towarowe owiec kołudzkich z trykami Ile de France nie wpłynęło na barwę mięsa, przy tendencji do mniejszej marmurkowatości i zmniejszenia kruchości w porównaniu z jagniętami linii wyjściowej.

### Literatura

- [1] Anderson J.M.L.: Sheep meat: can we adept to forthcoming demands? Option Mediterraneennes. Serie A: Seminaires Mediterraneennes, 2001 **46**, 11-17.
- [2] Baryłko-Pikielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT, Warszawa 1975.
- [3] Borys B., Borys A.: Wartość rzeźna mięsa jagniąt lekkich typu mlecznego i tuczonych do masy ciała 35-40 kg. Roczn. Nauk. Zootech., Supl. 2001 **11**, 115-124.
- [4] Borys B., Borys A., Grześkowiak E., Strzelecki J., Borzuta K.: Effect of some factors on the yield and culinary quality of roasted and grilled lamb meat. Archiv für Tierzucht, 2006, **49**, 174-180.
- [5] Ciuryk S., Kaczor U.: Wpływ standardu wagowego na wybrane parametry użytkowości mięsnej tryczków mieszańców po maciorkach polskiej owcy długowłnistej i trykach rasy Charolais. Roczn. Nauk. Zoot., 2001, **11**, Supl. 125-132
- [6] Grau R, Hamm R.: Eine einfasche Methode zur Bestimmung der Wsserbindung in Fleisch Fleischwirtschaft, 1952, **4**, 295-297.
- [7] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J., Borys B., Borys A., Lisiak D.: Cechy jakościowe mięsa jagniąt rasy Merynofin Mf-40 oraz mieszańców tej rasy z trykami Charollais. Roczn. Nauk. Zoot., 2001, **11**, Supl. 147-153.
- [8] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J., Borys B., Borys A.: Wpływ rasy owiec na uzysk wyrębów kulinarnych i jakość mięsa jagniąt tuczonych intensywnie do wysokich standardów wagowych. Zesz. Nauk. Przegł. Hod., 2003, **68**, 3, 81-92.
- [9] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J., Borys B., Borys A., Lisiak D.: Wpływ stosowania nasion rzepaku i lnu w tuczu jagniąt na uzysk wyrębów i mięsa kulinarnego oraz wybrane parametry jakości mięsa. Zesz. Nauk. Przegł. Hod., 2004, **72**, 3, 69-78.
- [10] Ender K., Grumbach S., Zupp W., Nürnberg K.: Influence of breed and production system on meat and fat composition in lambs. International Symposium "Results of New Studies on Small Ruminants", Poznań 2001, s. 44.
- [11] Hoffman L.C., Muller M., Cloete S.W.P., Schmidt D.: Comparison of six crossbreed lamb types: sensory, physical, and nutritional meat quality characteristics. Meat Sci., 2003, **65**, 10, 1265-1274.
- [12] Janicki B. Borys B., Przegalińska B.: Badania wpływu metody tuczu i standardu wagowego jagniąt na wartość rzeźną i rozmieszczenie tkanki tłuszczowej w tuszy. Zesz. Nauk. Przegł. Hod., 1999 **43**, 103-112.
- [13] Junkuszew A. : Prozdrowotne walory mięsa jagnięcego. Przegł. Hod., 2004, **12**, 21-23.
- [14] Kędzior W.: Owcze produkty spożywcze. PWE, Warszawa 2005.
- [15] Klewec J., Gruszecki T., Baranowski A., Markiewicz J., Gabryszuk M.: Ocena wartości rzeźnej jagniąt utrzymywanych w systemie alkiezowym i pastwiskowym. Przegł. Hod., 2000, **8**, 49-50.
- [16] Piechnik S., Borowiec F., Furgał K., Micek P., Marciński M.: Wpływ skarmiania nasion rzepaku w żywieniu pastwiskowym jagniąt na wzrost, wydajność rzeźną oraz skład mięsa. Roczn. Nauk. Zoot., 2000, **6**, Supl. 279-283.
- [17] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości tłuszczu wolnego
- [18] PN-73/A-04018. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczenie azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko.
- [19] Pohja N.S., Niinivaara F.P.: Die Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. Fleischwirtschaft, 1957, **4**, 295-297.
- [20] Rowe A., Macedo F.A.F., Visentainer J.V., Souza N.E., Matsushita M.: Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. Meat Sci., 1999, **51**, 4, 283-288.
- [21] Sanudo C., Sanches A., Alfonso M.: Small ruminant production system and factors affecting lamb meat quality. Meat Sci., 1998, **49** (1), Supl. 29-64.



- [22] Strzelecki J., Grześkowiak E., Borzuta K., Borys B., Borys A.: Wpływ krzyżowania wysoko plennych maciorek z trykami rasy teksel na uzysk elementów kulinarnych i jakość mięsa jagniąt tuczonych średnio intensywnie do masy ciała 30-35kg. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.* 2003, **68**, 3, 157-164.

**BASIC CHEMICAL COMPOSITION AND SELECTED PHYSICOCHEMICAL  
PARAMETERS OF LAMB MEAT FATTENED WITH DRY FEEDS OR WITH FEEDS  
SUPPLEMENTED WITH GREEN FODDER**

S u m m a r y

There were investigated the effect of feeding lambs green fodder and the effect of breed origin of lambs on the basic chemical composition and physicochemical features of longissimus dorsi muscle. Ram lambs (50% derived from the prolific line of Kołudzka sheep and 50 % of F1 hybrids after the Ile de France meat rams) were intensively fattened up to body weights from 32 to 37 kg, in 3 groups. The animals were fed ad libitum and received the same nutritive fodder, although with various amounts of roughages added (grass hay, green forage, pasture grazing). The feeding methods applied and the commercial crossing pattern affected the intramuscular fattening of meat. A significantly more fattened meat was obtained from lambs, which temporarily grazed on a pasture compared to meat of lambs fattened in a sheep barn with grass hay or green fodder (from field cultures) added, as well as from lambs of the prolific Kołudzka sheep compared to the meat of hybrids after the Ile de France meat rams. No significant differences were found in the size of natural drip, water holding capacity, and muscle tissue weight losses during cooking, i.e. there were no differences that could depend either on the feeding system applied or on the breed origin of experimental lambs. No clear effect of the feeding factor was found on pH and electrical conductivity of the lamb muscle tissue, although there was a significantly higher pH and a tendency toward a lower electrical conductivity in the longissimus dorsi muscle in hybrids compared to the Kołudzka lambs. A clearer and, partially, statistically confirmed effect of feeding lambs being fattened fodder supplemented with green forage was found with regard to the colour, marbling and tenderness of meat. The crossing of the Kołudzka sheep and of the Ile de France rams did not impact the colour of meat, although a tendency was found toward a lower marbling of meat and toward the decrease in the tenderness of meat compared to the meat of lambs of the initial line.

**Key words:** slaughter lambs, meat quality, feeding using green fodders, commercial crossing ☒

TOMASZ SZABLEWSKI, JACEK KIJOWSKI, RENATA CEGIELSKA-  
RADZIEJEWSKA, ANNA DZIEDZIC, ANNA KAMIŃSKA

## WPŁYW PROMIENIOWANIA UV NA STAN MIKROBIOLOGICZNY SKORUPY ORAZ JAKOŚĆ TREŚCI JAJ

### Streszczenie

Celem pracy była ocena stanu mikrobiologicznego powierzchni skorup jaj konsumpcyjnych higienizowanych przy użyciu promieniowania UV-C 254 nm oraz określenie wpływu tego procesu na wybrane wyróżniki jakościowe treści jaj. Jaja poddano działaniu promieniowania UV-C 254 nm w naświetlaczu do jaj typu UV 254 (CompArt). Analiza mikrobiologiczna obejmowała oznaczenie na powierzchni skorup ogólnej liczby drobnoustrojów i bakterii z grupy coli oraz obecność pałeczek z rodzaju *Salmonella*. Oznaczenia wykonano bezpośrednio po naświetlaniu powierzchni skorup jaj oraz po 2 i 4 tygodniach przechowywania - wobec prób kontrolnych (nienaświetlanych). Stosowano różne dawki promieniowania wyrażone czasem naświetlania: 30, 60 i 90 s. Jaja użyte w eksperymencie miały różne stopnie zabrudzenia skorupy: brudne, wizualnie czyste i myte. Następnie oceniono indeksy białka i żółtka, wyznaczono jednostki Haugha, określono pianistość, trwałość piany oraz zmierzono pH.

Stwierdzono, że naświetlanie jaj kurzych promieniowaniem UV-C 254 nm przez 30, 60 i 90 s nie spowodowało statystycznie istotnej redukcji ogólnej liczby drobnoustrojów na powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych. W przypadku naświetlania jaj przez 30 i 90 s zaobserwowano jednak tendencję zmniejszania się ogólnej liczby drobnoustrojów. Wykazano, że proces mycia jaj brudnych w połączeniu z zastosowaniem naświetlania promieniowaniem UV-C 254 nm może skutecznie redukować liczbę bakterii z grupy coli na powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych. Statystyczna analiza danych eksperymentalnych za pomocą testu Tukey'a nie wykazała istotnego wpływu promieniowania UV-C 254 nm na którykolwiek z badanych wyróżników jakości treści jaj. Obserwowane zmiany badanych cech związane były jedynie z naturalnie postępującym w czasie przechowywania procesem starzenia się jaj.

Uzyskane wyniki dowodzą, że promieniowanie UV-C 254 nm może być bezpiecznym sposobem higienizacji skorupy jaj konsumpcyjnych. Przedstawiony eksperyment skłania do dalszych badań nad skutecznością promieniowania UV-C 254 nm.

**Słowa kluczowe:** promieniowanie UV-C, higienizacja, skorupa jaj, analiza mikrobiologiczna, jakość jaj

## Wprowadzenie

Jaja są ważnym składnikiem diety człowieka ze względu na wartość odżywczą. Białko jaja kurzego cechuje wysoka wartość biologiczna, natomiast w składzie lipidów żółtka znaczący udział zajmują nienasycone kwasy tłuszczowe np.: kwas oleinowy (C18:1 n-9) i kwas linolowy (C18:2 n-6). Ponadto jaja są cennym źródłem witamin rozpuszczalnych w wodzie (np. witaminy B<sub>2</sub>) i w tłuszczach (m.in. witamin A i D) oraz składników mineralnych, np. fosforu [10]. Jednak powierzchnia skorup jaj kurzych zanieczyszczona jest bakteriami z grupy *coli*, wśród których mogą znajdować się serotypy *Escherichia coli*, które są często czynnikiem etiologicznym biegunek oraz pałeczek z rodzaju *Salmonella*.

Jaja i przetwory z jaj postrzegane są jako najczęstsze źródło bakterii z rodzaju *Salmonella*. W ostatnich latach na świecie wzrasta liczba zakażeń i zatruc pokarmowych, wśród których salmonellozy zajmują czołowe miejsce. Liczba pałeczek *Salmonella* wywołujących chorobę u ludzi określana jest na 10<sup>5</sup>-10<sup>6</sup> komórek. Nasilenie i przebieg choroby jest bardzo różny i zależy od indywidualnej wrażliwości oraz liczby bakterii, które dostały się do organizmu.

Raport Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA), z czerwca 2006, wskazuje, że ponad 55 % kurników, stad towarowych niosek, zanieczyszczona jest bakteriami Gram (-). W związku z tym Komisja Europejska, rozporządzeniem nr 1168/2006 z 31 lipca 2006 r., nałożyła m.in. na nasz kraj obowiązek redukcji poziomu bakterii z rodzaju *Salmonella* występujących z wysoką częstotliwością u drobiu. Obowiązek dotyczy zmniejszenia do końca 2010 r. występowania pałeczek *Salmonella* do 1 % w stadach towarowych kur niosek.

Obecność na fermie pałeczek z rodzaju *Salmonella* to wysokie prawdopodobieństwo zanieczyszczenia skorup jaj tym patogenem. Jednym z zalecanych sposobów redukcji poziomu zanieczyszczenia mikrobiologicznego powierzchni skorup jaj konsumpcyjnych jest promieniowanie UV-C 254 nm.

Promieniowanie UV ma zakres fal od 100 do 400 nm, granicząc z promieniowaniem X i widmem promieni świetlnych widzialnych [9]. Wyróżnia się następujące zakresy promieniowania UV [2]:

- a) daleki 100 do 280 nm (UVC),
- b) średni 280 do 315 nm (UVB),
- c) bliski 315 do 400 nm (UVA).

W praktyce korzysta się z promieniowania UV-C o długości fali 254 nm, które wywołuje natychmiastową reakcję fotochemiczną w DNA, inicjującą jego mutacje. Do inaktywacji różnych mikroorganizmów niezbędne są różne dawki promieniowania, przy czym dawki te dla danego mikroorganizmu są różne w zależności od tego, czy uwzględniają jego fotoreakcję. Promieniowanie UV-C 254 nm charakteryzuje się słabą przenikliwością w ośrodkach nieprzejrzystych. Wobec tego w przypadku produktów

spożywczych może ono być wykorzystane tylko do sterylizacji powierzchniowej [7]. Pozostałe ograniczenia w stosowaniu promieni UV wynikają z ich silnego absorbowania przez cząstki kurzu i warstewki wilgoci, a także szybko zmieniający się efekt ich działania wraz ze wzrostem odległości od źródła promieniowania [5].

Celem pracy było określenie wpływu higienizowania powierzchni skorup jaj przy użyciu promieniowania UV-C 254 nm na jakość mikrobiologiczną tych powierzchni oraz wybrane wyróżniki jakościowe treści jaj konsumpcyjnych.

### Material i metody badań

Jaja kur niosek ze stad hodowlanych Instytutu Zootechniki z Zakrzewa naświetlano promieniowaniem UV-C 254 nm w naświetlaczu do jaj UV 254 CompArt. W eksperymencie przebadano 1044 jaja, z czego do analiz mikrobiologicznych przygotowano 348 prób.

Analizy wykonywano bezpośrednio po naświetlaniu powierzchni jaj oraz po 2 i 4 tygodniach ich przechowywania w warunkach chłodniczych wobec prób kontrolnych – nienaświetlanych. Stosowano czas naświetlania: 30, 60 i 90 s. Jaja użyte w eksperymencie charakteryzowały się różnym stopniem zabrudzenia skorupy: brudne, wizualnie czyste i myte – uzyskane przez mycie jaj brudnych pod bieżącą wodą o temp. 18 - 20 °C do uzyskania jaj wizualnie czystych.

Naświetlone oraz kontrolne jaja wybijano na płytki Petriego, a skorupy umieszczano w sterylnych workach. Pojedynczą próbę do oznaczeń mikrobiologicznych stanowiły skorupy z 3 jaj. Skorupy kruszono i przenoszono 10 g do kolby z 90 ml zbuforowanej wody peptonowej. Przygotowaną w ten sposób próbę wytrząsano przez 15 min w celu wymycia bakterii z porów skorupy. Z uzyskanego rozcieńczenia  $10^{-1}$  przygotowywano kolejne rozcieńczenia dziesiętne i posiewano, wykorzystując klasyczną metodę zalewową Kocha w kierunku ogólnej liczby drobnoustrojów i liczby bakterii z grupy *coli*. Wykrywanie bakterii *Salmonella* prowadzono metodą horyzontalną. Ogólną liczbę bakterii oznaczano z wykorzystaniem agaru odżywczego (BTL), a bakterie z grupy *coli* – stosując podłoże ChromAgar ECC (Graso). Próby inkubowano odpowiednio w temp. 30 °C przez 72 h i 37 °C przez 24 h. Do obliczeń przyjęto rozcieńczenia z płytek, na których liczba koloni wynosiła od 30 do 300. Wyniki wyrażono w jtk/g skorupy.

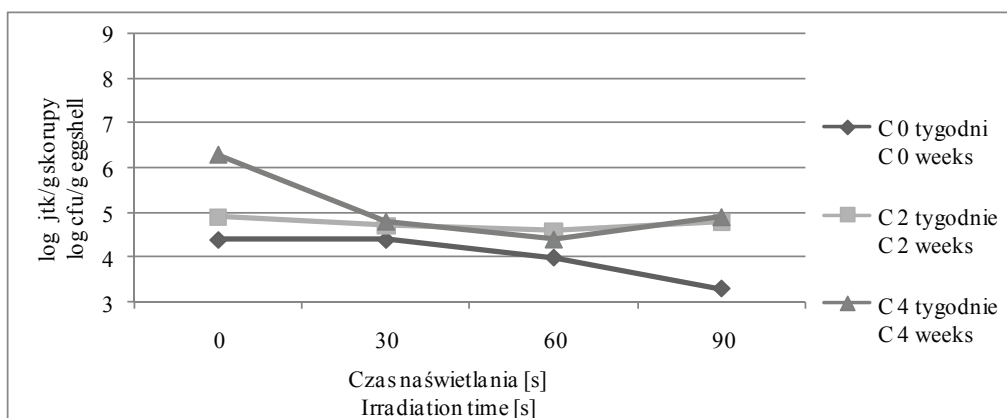
Badania treści jaj polegały głównie na wyznaczeniu indeksów białka i żółtka tj.: stosunku wysokości do szerokości. Oznaczano również jednostki Haugha, które obliczano korzystając z równania:  $JH = 100 \lg (h - 1,7 W^{0,37} + 7,6)$ , gdzie  $h$  – wysokość białka gęstego [mm], a  $W$  – masa jaja [g]. Mierzono również pH żółtka i białka. Oznaczenie pienistości polegało na wyznaczeniu stosunku wysokości [mm] białka przed i po ubiciu piany mikserem Hobart typ K5-A, a trwałość piany przez pomiar łącznej objętości wycieku po 30 i 120 min.

Do analizy średnich wartości zastosowano statystyki opisowe oraz 95 % przedziały ufności. Wykorzystano również test HSD Tukey'a na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

### Wyniki i dyskusja

Na podstawie wyników badań mikrobiologicznych nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między ogólną liczbą drobnoustrojów a dawką promieniowania UV-C 254 nm, wyrażoną czasem naświetlania 30, 60 i 90 s. Mimo braku istotnych różnic statystycznych, obserwowano zmiany ogólnej liczby drobnoustrojów po naświetlaniu promieniowaniem UV-C 254 nm.

Analiza mikrobiologiczna powierzchni skorup jaj wizualnie czystych, przeprowadzona bezpośrednio po naświetlaniu jaj promieniowaniem UV-C 254 nm przez 30 s, nie wykazała zmiany ogólnej liczby bakterii, natomiast wydłużenie okresu naświetlania do 60 i 90 s spowodowało nieznaczne zmniejszenie liczby drobnoustrojów o odpowiednio 0,4 i 1,0 log, w porównaniu z próbą kontrolną. Mikroflora powierzchniowa jaj wizualnie czystych badanych po 2 tygodniach przechowywania i po naświetlaniu przez 30 i 60 s uległa redukcji o odpowiednio 0,2 i 0,3 log. Po 4 tygodniach przechowywania zaobserwowano zmianę liczby bakterii o 1,5 log po 30 s naświetlania i zmianę o 0,4 log po 60 s (rys. 1).

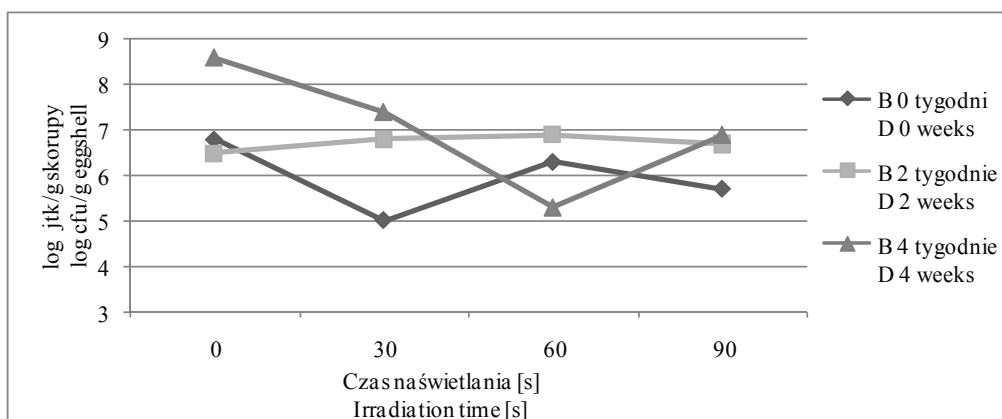


Rys. 1. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C 254 nm na ogólną liczbę bakterii na gram skorupy jaj wizualnie czystych po 0 (C 0), 2 (C 2) i 4 tygodniach przechowywania (C 4).

Fig. 1. Effect of irradiation time using UV-C 254 nm ultraviolet light on the total number of aerobic bacteria/gram of the visually clean eggshells after 0 (C 0), 2 (C 2), and 4 (C 4) weeks of storage.

Naświetlanie promieniowaniem UV przez 30 s skorup jaj brudnych spowodowało zmniejszenie liczby bakterii o 1,8 log w porównaniu z próbą kontrolną. Z kolei po 2 tygodniach przechowywania jaj ze skorupami brudnymi, a następnie ich naświetlania przez 30 i 60 s wystąpił nieznaczny wzrost mikroflory (0,3 i 0,4 log) w porównaniu

z próbą kontrolną i niewielki spadek w przypadku wydłużenia okresu naświetlania do 90 s (0,2 log), w porównaniu z próbą naświetlaną przez 60 s. Po 4 tygodniach przechowywania tej samej partii jaj brudnych zaobserwowano następujące zmiany liczby bakterii na powierzchni skorupy: naświetlanie przez 60 s spowodowało zmianę liczby bakterii odpowiednio o 1,2 i 3,3 log, w porównaniu z próbą kontrolną; po 90 s naświetlania liczba drobnoustrojów wzrosła o 0,4 log, w porównaniu z próbą naświetlaną przez 60 s (rys. 2).



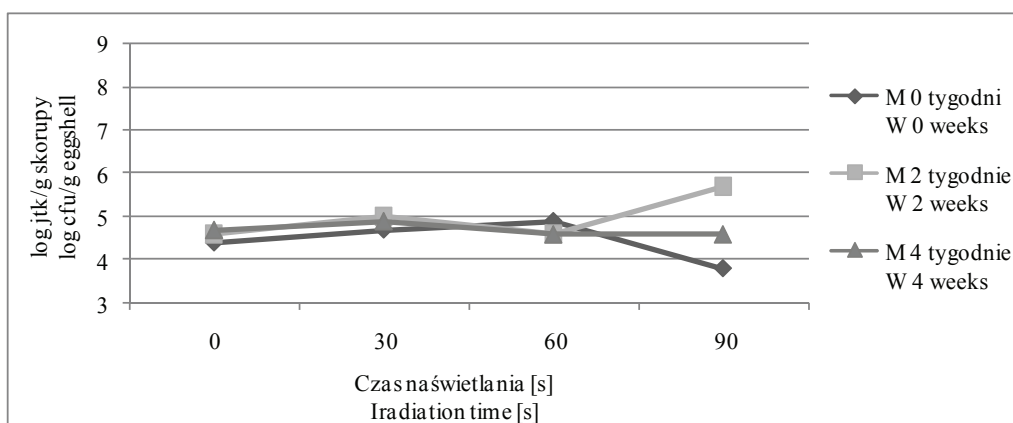
Rys. 2. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C na ogólną liczbę bakterii na gram skorupy jaj brudnych badanych po 0 (B 0), 2 (B 2) i 4 tygodniach przechowywania (B 4).

Fig. 2. Effect of irradiation time using UV-C 254 nm ultraviolet light on the total number of aerobic bacteria/gram of eggshells of the dirty eggs studied after 0 (D 0), 2 (D 2), and 4 (D 4) weeks of storage.

Analiza mikrobiologiczna powierzchni skorup jaj mytych, badanych bezpośrednio po naświetlaniu, przy zastosowaniu czasu naświetlania 30 i 60 s, wykazała niewielki wzrost mikroflory (odpowiednio o 0,3 i 0,2 log) w porównaniu z próbą kontrolną. Po 90 s naświetlania stwierdzono zmniejszenie liczby bakterii o 1,1 log w porównaniu z próbą naświetlaną przez 60 s. Natomiast na powierzchni skorup jaj mytych, po 2 i 4 tygodniach przechowywania i po 30 s naświetlania nastąpił nieznaczny wzrost mikroflory, a po 60 s naświetlania zaobserwowano nieznaczną jej redukcję, w porównaniu z próbą kontrolną (rys. 3). Naświetlanie przez 90 s, w przypadku jaj badanych po 2 tygodniach przechowywania, spowodowało wzrost liczby drobnoustrojów o 1,1 log, w porównaniu z próbą naświetlaną przez 60 s, a w przypadku jaj przechowywanych 4 tygodnie nie zaobserwowano zmiany liczby drobnoustrojów.

W niektórych przypadkach zauważono wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów po naświetlaniu przez 60 s, a następnie redukcję po 90 s. Jest to prawdopodobnie związane ze specyfiką metody płytkowej. W metodzie tej liczy się wszystkie kolonie, które

wyrosły na płytce. Drobnoustroje jednak rzadko występują w postaci pojedynczych komórek, częściej pozostają po podziałach w postaci: dwoinek, łańcuszków itp. Traktowanie komórek bakterii promieniowaniem UV-C 254 nm, powoduje rozerwanie skupisk bakterii na mniejsze. Z każdego mniejszego skupiska w metodzie zalewowej wyrasta pojedyncza kolonia, stąd prawdopodobnie wzrasta liczba drobnoustrojów po 60 s naświetlania.

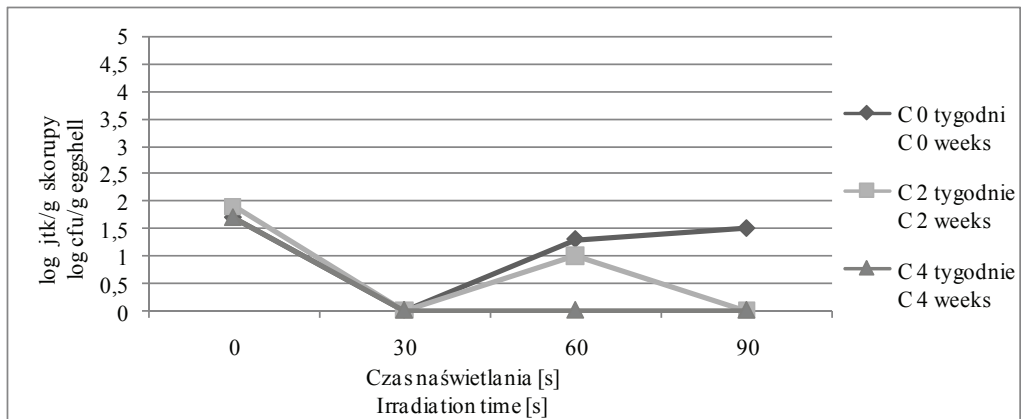


Rys. 3. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C na ogólną liczbę bakterii na gram skorupy jaj mytych po 0 (M 0), 2 (M 2) i 4 tygodniach przechowywania (M 4).

Fig. 3. Effect of irradiation time using UV-C 254 nm ultraviolet light on the total number of aerobic bacteria/gram of washed eggshells after 0 (W 0), 2 (W 2), and 4 (W 4) weeks of storage.

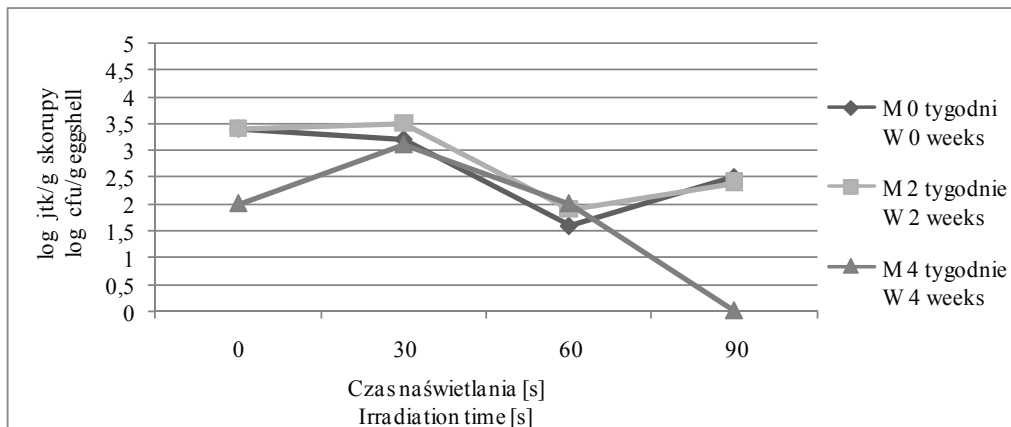
De Reu [4] badał zmiany ogólnej liczby bakterii na powierzchni jaj wizualnie czystych oraz brudnych. Jaja były naświetlane za pomocą ruchomego przenośnika o dwóch szybkościach taśmy: 10000 jaj/h, oraz 2500 jaj/h, a czas ekspozycji promieniowania UV wynosił 4 i 18 s. Badania te potwierdziły skuteczność promieniowania w przypadku powierzchni jaj wizualnie czystych, gdyż liczba drobnoustrojów zmniejszyła się o 1 log oraz brak skuteczności w przypadku powierzchni jaj brudnych.

Analiza liczby bakterii z grupy *coli* na powierzchni skorup jaj mytych wykazała zmniejszanie ich liczby wraz z wydłużaniem czasu naświetlania (rys. 4). W przypadku jaj czystych stwierdzono zmniejszenie liczby bakterii z grupy *coli* (rys. 5). Na powierzchni jaj brudnych (rys. 6) wykazano brak jednoznacznego wpływu promieniowania UV na liczbę bakterii z tej grupy. De Reu [4] tłumaczy brak skuteczności promieniowania UV-C 254 nm na powierzchni jaj brudnych częściowym brakiem dostępu do komórek bakterii promieniowania UV, związanym z zanieczyszczeniem jaj brudem, kurzem i odchodami [4].



Rys. 4. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C 254 nm na liczbę bakterii z grupy *coli* na gram skorupy jaj mytych po 0 (M 0), 2 (M 2) i po 4 tygodniach przechowywania (M 4).

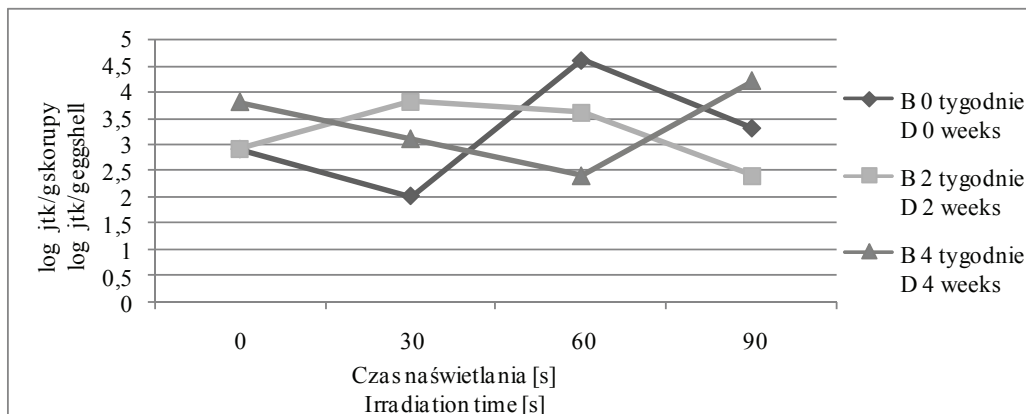
Fig. 4. Effect of irradiation time of UV-C 254 nm ultraviolet light on the *coli* number on one gram of washed eggshells after 0 (W 0), 2 (W 2), and 4 (W 4) weeks of storage.



Rys. 5. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C 254 nm na liczbę bakterii z grupy *coli* na gram skorupy jaj wizualnie czystych, po 0 (C 0), 2 (C 2) i 4 tygodniach przechowywania (C 4).

Fig. 5. Effect of irradiation time using UV-C 254 nm ultraviolet light on the *coli* number on one gram of visually clean eggshells after 0 (C 0), 2 (C 2), and 4 (C 4) weeks of storage.



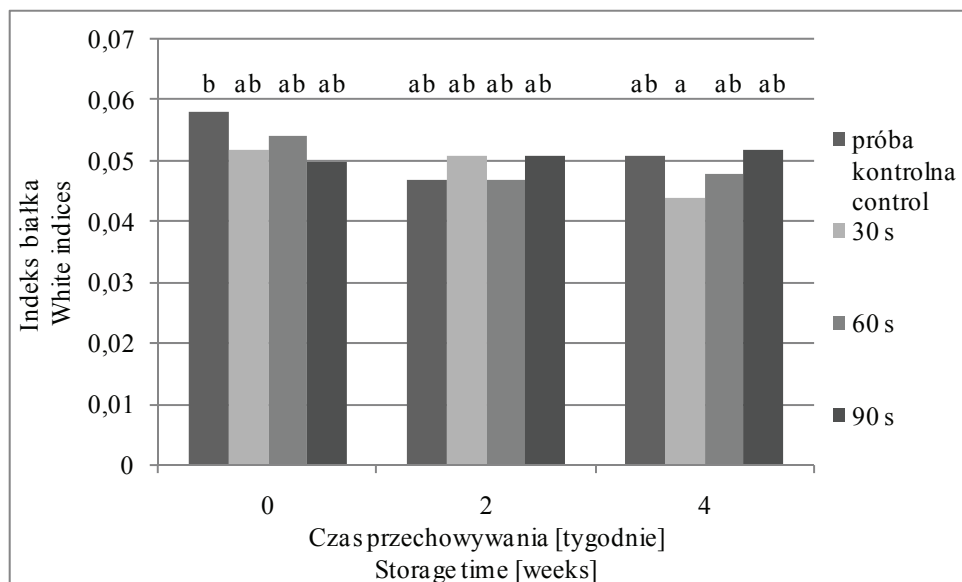


Rys. 6. Wpływ czasu naświetlania promieniowaniem UV-C 254 nm na liczbę bakterii z grupy *coli* na gram skorupy jaj brudnych, po 0 (B 0), 2 (B 2) i 4 tygodniach przechowywania (B 4).

Fig. 6. Effect of irradiation time using UV-C 254 nm ultraviolet light on the *coli* number on one gram of dirty eggshells after 0 (D 0), 2 (D 2), and 4 (D 4) weeks of storage.

Występowanie naprzemiennych wzrostów i spadków liczby bakterii z grupy *coli* można tłumaczyć zbyt krótkim czasem emisji promieniowania, które może doprowadzić do osłabienia (powstania odwracalnych mutacji), a następnie do ponownej regeneracji komórek bakterii. Uszkodzenie łańcucha DNA pod wpływem działania promieniowania UV-C 254 nm powoduje ekspresję genów endonukleazy naprawczej, biosyntezę kodowanych przez nie białek (*uvrA*, *uvrB*, *uvrC*) i naprawę uszkodzonego DNA komórki. Naprawa uszkodzonego łańcucha może zachodzić również w procesie fotoreaktywacji z udziałem enzymu fotolizazy [3]. Podczas oznaczania liczby bakterii z grupy *coli* na czystych, celowo zanieczyszczonych skorupach jaj De Reu [4] stwierdził, że promieniowanie UV-C było bardziej skuteczne w przypadku jaj o niskim poziomie zanieczyszczenia tymi bakteriami ( $2,4 \times 10^4$  jtk/g skorupy) niż jaj o zanieczyszczeniu wynoszącym  $2,2 \times 10^7$  jtk/g skorupy. W celu większej obiektywizacji wyników należałoby przeprowadzić badania skuteczności higienizacyjnej promieniowania UV-C 254 nm na jajach celowo zabrudzonych czystymi kulturami bakterii.

Analiza statystyczna wartości indeksów białka gęstego nie wykazała wpływu naświetlania jaj promieniowaniem UV-C 254 nm na ten wyróżnik jakości. Potwierdzono natomiast, na podstawie testu Tukey'a na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , wpływ czasu przechowywania jaj na wartość indeksu białka pomiędzy próbą kontrolną badaną bezpośrednio a próbą naświetlaną 30 s i przechowywaną 4 tygodnie. Wraz z wydłużaniem czasu przechowywania jaj wartości indeksu białka malały (rys. 7).



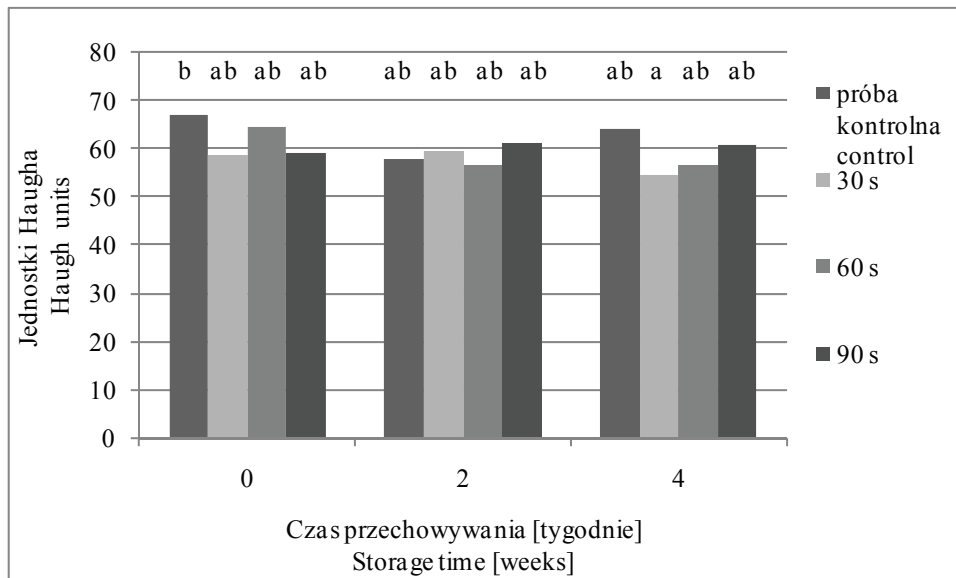
Rys. 7. Wpływ czasu przechowywania jaj na indeks białka.

Fig. 7. Effect of the egg storage time on the egg white index.

Dane literaturowe wskazują, że jakość białka jest tym lepsza, im większa jest jego wysokość i mniejsza powierzchnia po wybiciu jaja [1]. Wraz z upływem czasu przechowywania ilość białka gęstego maleje na rzecz białka rzadkiego. W starszych jajach białko gęste jest mniej wypukłe i zajmuje większą powierzchnię [8].

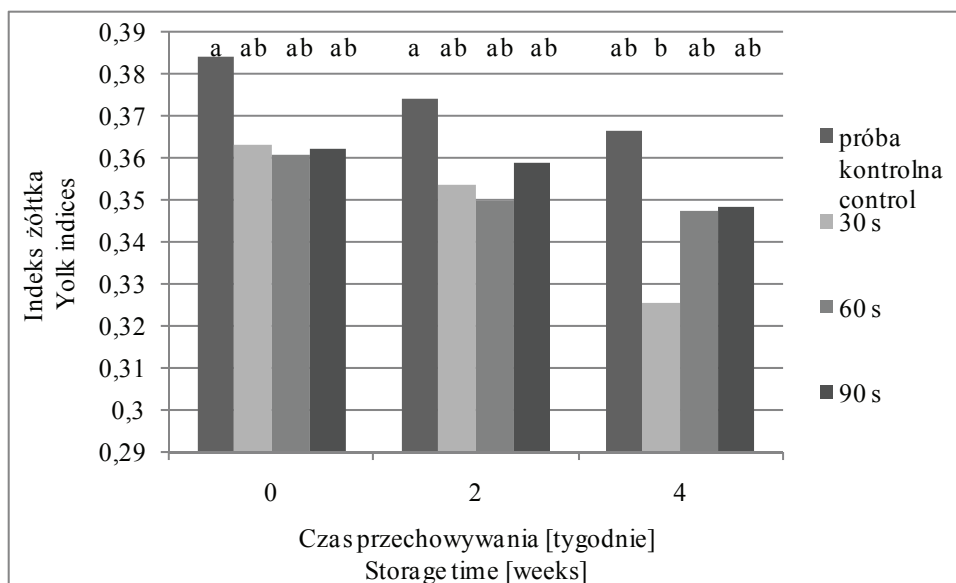
Nie zaobserwowano zmian wartości jednostek Haugha pod wpływem promieniowania UV-C 254 nm. Wykazano statystycznie istotny wpływ czasu przechowywania na jednostki Haugha pomiędzy próbą kontrolną badaną bezpośrednio a próbą naświetlaną 30 s i przechowywaną 4 tygodnie (rys. 8). Zmiana jednostek Haugha następuje wraz z upływem czasu przechowywania, gdyż postępują procesy starzenia się jaj i obniża się ich jakość [8].

Nie zaobserwowano również istotnego wpływu naświetlania jaj w skorupkach na wartości indeksu żółtka. Badania potwierdziły natomiast wpływ czasu przechowywania na ten wskaźnik jakości jaj. Stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy próbą kontrolną badaną bezpośrednio, a próbą naświetlaną 30 s i przechowywaną 4 tygodnie oraz między próbą kontrolną przechowywaną 2 tygodnie i próbą naświetlaną 30 s i przechowywaną 4 tygodnie (rys. 9). Przeprowadzony eksperyment potwierdził, że indeks żółtka maleje wraz z czasem przechowywania na skutek słabnącej wytrzymałości błony witelinowej [6].



Rys. 8. Wpływ czasu przechowywania jaj na jednostki Haugha.

Fig. 8. Effect of the egg storage time on the Haugh units.



Rys. 9. Wpływ czasu przechowywania jaj na indeks żółtka.

Fig. 9. Effect of the storage time on the yolk index.

Higienizacja powierzchni skorupy jaj promieniowaniem UV-C 254 nm nie miała wpływu na pH białka i żółtka jaj. Niewielkie zmiany wartości kwasowości czynnej treści jaja spowodowane były jedynie procesem starzenia się jaj występującym podczas przechowywania. Dane literaturowe wskazują, że w czasie przechowywania jaj na skutek utraty dwutlenku węgla i zateżenia treści jaja rosła wartość pH zarówno białka, jak i żółtka [6].

Naświetlanie powierzchni skorupy jaj promieniowaniem UV-C 254 nm nie wywarło wpływu na pianistość białka ani na trwałość piany. Zaobserwowane zmiany spowodowane były czasem przechowywania jaj. Wraz z czasem przechowywania zmniejsza się ilość wody w białku i pianistość, określona jako przyrost objętości piany po ubiciu białka w stosunku do jego objętości przed ubiciem, również maleje.

Statystyczna analiza danych nie wykazała wpływu promieniowania UV-C 254 nm na cechy jakościowe treści jaja. Jest to związane prawdopodobnie ze słabą przenikliwością promieniowania UV przez skorupę. Wiadomo, że przenikanie krótkofalowych promieni UV w ośrodkach nieprzeźrystych wynosi w granicach 0,1 – 0,5 mm [10].

## Wnioski

1. Naświetlanie jaj kurzych promieniowaniem UV-C 254 nm w przyjętym modelu eksperymentu nie powoduje statystycznie istotnej redukcji ogólnej liczby drobnoustrojów na powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych, jednak obserwuje się tendencję redukcji komórek bakteryjnych w przypadku naświetlania jaj przez 30 i 90 s.
2. Proces mycia jaj w połączeniu z naświetlaniem promieniowaniem UV-C 254 nm skutecznie usuwa bakterie z grupy *coli* z powierzchni skorupy jaj konsumpcyjnych.
3. Analiza mikrobiologiczna liczby bakterii z grupy *coli* wykazała skuteczność promieni UV-C 254 nm w przypadku jaj czystych, na których liczba drobnoustrojów nie przekraczała  $1,2 \times 10^2$  jtk/g skorupy.
4. W czasie realizacji badań opisanych w niniejszej pracy nie stwierdzono w żadnej z prób obecności pałeczek *Salmonella* na powierzchni jaj konsumpcyjnych.
5. Naświetlanie jaj w skorupkach promieniowaniem ultrafioletowym UV-C 254 nm przez 30, 60 i 90 s nie wywołało zmian treści jaj w zakresie badanych wyróżników.
6. Obserwowane zmiany badanych cech białka i żółtka związane były jedynie z naturalnie postępującym w czasie przechowywania procesem starzenia się jaj.

*Praca była prezentowana podczas XIII Ogólnopolskiej Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Łódź, 28 - 29 maja 2008 r.*

### Literatura

- [1] Bednarczyk M.: Wpływ czynników dziedzicznych oraz warunków środowiskowych chowu kur na jakość jaj. W: Technologia jaj. Praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1991, ss. 98-106.
- [2] Bintsis T.: Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry – a critical review. *J. Sci. Food Agri.*, 2000, **80**, 637-645.
- [3] Crowley D. J., Boubriak I., Berquist B. R., Clark M., Richard E., Sullivan L., DasSarma S., McCready S.: The *uvrA*, *uvrB* and *uvrC* genes are required for repair of ultraviolet light induced DNA photoproducts in *Halobacterium sp.* NRC-1. *Saline Systems*. 2006, **2**, <http://www.salinesystems.org/content/2/1/11>.
- [4] De Reu K., Grijspeerdt K.: The effect of a commercial UV disinfection system on the bacterial load of shell eggs. *Appl. Microbiol.*, 2006, 144-148.
- [5] Kołożyn-Krajewska D.: Higiena produkcji żywności. Wyd. SGGW, Warszawa 2003, ss. 160-161, 184-186, 297.
- [6] Niewiarowicz A.: Budowa, skład chemiczny, właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne oraz wartość odżywcza jaj. W: Technologia jaj – praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1991, s. 18.
- [7] Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A.: Ogólna technologia żywności. WNT, Warszawa 2000, ss. 67-69.
- [8] Płotka A. (1991) Przechowalnictwo jaj. W: Technologia jaj – praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1991, ss. 129-160.
- [9] Sastry S. K., Dalta A. K., Warobo R. W.: Ultraviolet light. Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies. *J. Food Sci.*, 2000, Special Suppl., 90-92.
- [10] Trziszka T.: Budowa i skład chemiczny jaja. W: Jajczarstwo – nauka, technologia, praktyka. Wyd. AR we Wrocławiu, Wrocław 2000, s. 147.

### EFFECT OF UV RADIATION ON MICROBIOLOGICAL CONDITION OF EGGSHELL AND ON QUALITY OF EGG CONTENT

#### S u m m a r y

The objective of the study was to assess the microbiological condition of eggshell surface of eggs suitable for eating, which were treated (for the purpose of their hygienization) using an UV-C 254 nm ultraviolet radiation, as well as to determine the effect of this process on some selected quality factors of the egg content. The eggs were exposed to the UV-C 254 nm ultraviolet radiation in an egg radiator type UV 254 (CompArt). A microbiological analysis of the quality of eggshell surface included the determination of the following: - total number of micro-organisms on the eggshell surface; - the count of bacteria belonging to the coli group; - the occurrence of *Salmonella enteritidis*. The determination procedure was performed directly after the eggshell irradiation and after 2 and 4 weeks storage thereof, and compared with the control sample of eggs (which were not irradiated). Various radiation doses were applied; those doses were expressed using a radiation time duration of 30, 60, and 90 sec. In the experiment, there were used eggs showing different dirt on their eggshells, i.e.: dirty, visually clean, and washed eggshells. Next, the following was determined: white and yolk indices, Haugh units, foaming, foam stability; also, the pH was measured.

It was found that the exposure of eggs to the UV-C 254 nm radiation for a period of 30, 60, and 90 sec caused no statistically significant reduction in the count of microbes on the eggshell surface of eggs suitable for eating. However, it was found that when the eggs were treated with this radiation during 30

and 90 sec, the total count of microbes tended to fall. Furthermore, it was proved that it was possible to effectively reduce the count of *E. coli*, when the eggs were, at the same time, washed and irradiated using the UV-C 254 nm radiation. The statistical analysis of the experimental data using a Tukey's test did not show any significant impact of the UV-C 254 nm radiation on any of the quality factors of the egg content. The changes that were stated in the egg features studied were correlated exclusively with the aging process of eggs progressing during their storage.

The results obtained prove that the UV-C 254 nm radiation can be a safe eggshell higienization method of the eggs suitable for eating. The experiment presented in this paper encourages further studies on the efficacy of the UV-C 254 nm.

**Key words:** UV-C irradiation, higienization, eggshell, microbiological analysis, egg quality ☒

ROBERT DULIŃSKI, KRZYSZTOF ŻYŁA

## WPLYW EGZOGENNYCH PREPARATÓW FITAZ NA ZAWARTOŚĆ FOSFORANÓW INOZYTOLU W CIEŚCIE I PIECZYWIE ŻYTNIM

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu dodatku enzymów fosforolitycznych na zawartość antyodżywczego składnika – kwasu fitynowego – i spektrum produktów jego hydrolizy tj. izomerów niższych fosforanów *mio*-inozytolu w cieście i pieczywie żytnim. Produkt wzbogacano wprowadzając komercyjne preparaty mikrobiologicznych 3- i 6-fitazy A oraz fitazy B na etapie wytwarzania ciasta. Technikę wysokosprawnej chromatografii jonowej zastosowano w celu obserwacji zmian profili fosforanów *mio*-inozytolu w trakcie fermentacji ciasta. Analizę zawartości fitynianu przeprowadzono metodą kolorymetryczną z odczynnikiem Wade. Największą redukcję kwasu fitynowego stwierdzono w przypadku 3-fitazy A w kombinacji z fitazą B. Stwierdzono, że współdziałanie 3-fitazy i 6-fitazy A z fitazą B nie wpływa na szlak defosforylacji fitynianu, a jedynie przyspiesza proces hydrolizy zgodnie ze zidentyfikowanymi ścieżkami biokonwersji fitaz A. Obserwacja ta została potwierdzona zarówno w eksperymentach modelowych enzym-substrat, jak i w przypadku enzymatycznie modyfikowanego pieczywa. W wyniku enzymatycznej konwersji powstają fizjologicznie aktywne produkty pośrednie m.in. Ins(1,2,6)P3 oraz Ins(1,4,5)P3, tak więc fitazy A w kooperacji z fitazą B mogą potencjalnie służyć jako biokatalizatory do produkcji żywności funkcjonalnej.

**Słowa kluczowe:** fitazy, kwas fitynowy, fosforany *mio*-inozytolu

### Wprowadzenie

Kwas fitynowy (1,2,3,4,5,6-heksafosforan *mio*-inozytolu, IP6) stanowi główną formę magazynowania fosforu w roślinach. W znaczących ilościach (0,5 - 10 mg/g) występuje w mąkach żytnich, pszennych oraz innych przetworzonych produktach zbożowych [8]. Związek ten nie podlega trawieniu w przewodzie pokarmowym zwierząt monogastrycznych oraz człowieka. Kwas fitynowy uważany jest za czynnik antyodżywczy z uwagi na zmniejszanie biodostępności związków mineralnych, białek i skrobi [4, 13]. Przypisywana mu rola związana jest z właściwościami chelatowania wielowartościowych pierwiastków, wynikającymi z obecności sześciu reaktywnych grup

---

*Dr R. Duliński, prof. dr hab. inż. K. Żyła, Katedra Biotechnologii Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków*

kwasu fosforowego w cząsteczce [9]. W celu zredukowania niekorzystnego działania kwasu fitynowego związek należy poddać hydrolizie do niższych fosforanów *mio*-inozytolu. Defosforylacja kwasu fitynowego na drodze nieenzymatycznej zachodzi poprzez hydrolizę termiczną, następującą częściowo również podczas gotowania roślinnych produktów spożywczych, a także w trakcie fermentacji z udziałem bakterii kwasu mlekowego oraz kiełkowania czy namoczenia ziaren [7, 10, 22].

Oprócz fizycznych i chemicznych metod obniżenia poziomu tego składnika w pożywieniu coraz szerszą akceptację zyskują metody enzymatyczne, polegające na wzbogacaniu żywności i pasz w selektywne biokatalizatory, mające zdolność hydrolizy tego związku. Fitazy, czyli fosfohydrolazy heksafosforanu *mio*-inozytolu są odpowiedzialne za katalizę reakcji hydrolizy kwasu fitynowego do niższych fosforanów *mio*-inozytolu [20]. Zgodnie z przyjętą klasyfikacją [15, 28], 3-fitazy (E.C. 3.1.3.8) uwalniają na początkowym etapie hydrolizy resztę fosforanową przy 6. węglu pierścienia inozytolu (typowe dla mikroorganizmów), natomiast pierwszym produktem działania 6-fitaz jest 1,2,3,4,5-pięciofosforan *mio*-inozytolu (enzymy roślin) [14, 24, 29, 31]. O ile w przypadku pasz wykorzystanie fitaz datowane jest od wczesnych lat 90. XX w., to w przypadku żywności proces ma jeszcze charakter rozwojowy [23, 30, 34]. Duże nadzieje wiąże się m.in. z wprowadzaniem enzymów fosforolitycznych na etapie wypieku pieczywa. Pierwsze próby [32, 33] wskazują na obiecujące perspektywy tej technologii, jakkolwiek dużym problemem pozostaje aspekt ekonomiczny. Udokumentowane efekty stosowania tego typu preparatów polegają głównie na wzroście biodostępności wybranych składników odżywczych i związków mineralnych oraz z technologicznego punktu widzenia – poprawie tekstury finalnego produktu [3, 4, 25, 32, 33]. Drugą kwestią jest wpływ zmian wywołanych przez te enzymy na spektrum produktów degradacji kwasu fitynowego. W gronie niższych fosforanów *mio*-inozytolu jest kilka związków o funkcjach fizjologicznych [18, 21]. Jednym z ważniejszych produktów są 1,4,5-trójfosforan *mio*-inozytolu oraz 1,3,4,5-tetrafosforan *mio*-inozytolu, które odpowiadają za metabolizm komórkowy, podziały mitotyczne i wydzielanie zewnątrzkomórkowe, poprzez regulację wewnątrzkomórkowego poziomu wapnia. 1,2,6-trójfosforan *mio*-inozytolu prawdopodobnie zapobiega powikłaniom u osób chorych na cukrzycę, a także przewlekłym zapaleniom oraz chorobom układu naczyniowego [15]. W związku z powyższym zastosowanie fitaz w produkcji żywności może przyczynić się do zwiększenia puli fosforanów *mio*-inozytolu w produktach i umożliwić kontrolowany sposób sterowania ścieżką hydrolizy poprzez wprowadzenie pojedynczych lub kombinacji enzymów, stymulując potencjalne korzyści prozdrowotne.

Niniejsza praca stanowi próbę częściowej odpowiedzi na nurtujące problemy, zastosowano kombinacje handlowych preparatów fitaz A oraz fitazy B próbując wyjaśnić czy wzbogacenie pieczywa zmieni spektrum produktów tzn. przyczyni się do powstawania dodatkowych izomerów fosforanów *mio*-inozytolu.



W badaniach skoncentrowano się na analizach zmian profili fosforanów *mio*-inozytolu w trakcie procesu fermentacji ciasta, bowiem etap wypieku wiąże się z zastosowaniem wysokiej temperatury i inaktywacją enzymów, a różnica pomiędzy finalnym etapem fermentacji a kompozycja izomerów w pieczywie świeżym jest nieznaczna.

## Material i metody badań

### *Material badawczy*

Handlowe preparaty enzymatyczne: preparat o aktywności 3-fitazy A (Finase<sup>®</sup>P), aktywność deklarowana przez producenta 4123 FTU/g, oraz 6-fitaza A (Biofed<sup>®</sup>Phytase), aktywność deklarowana 8184 FTU/ml; Fitaza B (Finase<sup>®</sup>AP), aktywność deklarowana 5000 PPU/g producent AB Enzymes, Finlandia.

### *Eksperymenty modelowe w układzie enzym – substrat*

Substrat w postaci 5 cm<sup>3</sup> 5 mM roztworu fitynianu sodu inkubowano z 0,5 cm<sup>3</sup> roztworu enzymu (aktywności 3- oraz 6-fitazy A: 25 FTU/ml; fitazy B: 2 AcPU/ml) w temp. 40 °C. W punktach czasowych 0, 30, 60, 90, 150 min pobierano 0,5 cm<sup>3</sup> mieszaniny inkubacyjnej i wprowadzano do 2 cm<sup>3</sup> lodowatego etanolu. Zawartość próbki intensywnie wstrząsano i umieszczano we wrzącej łaźni wodnej na 2 min w celu inaktywacji enzymu. 2,5 cm<sup>3</sup> pobranej próbki rozcieńczano do 10 cm<sup>3</sup> wodą redestylowaną, chłodzono i wirowano przy 12000 obr./min przez 6 min. Pobraną próbkę supernatantu filtrowano i poddawano analizie HPLC [5].

### *Przygotowanie ciasta*

Surowce wyjściowe do fermentacji ciasta były następujące: 900 g mąki żytniej 2000 (ZPZ, Kraków), 100 g mąki pszennej typu 750 (ZPZ, Kraków), 50 g drożdży (Lesaffre P.S., Łódź), 30 g soli (NaCl, POCH, Gliwice), 80 g preparatu zakwaszającego (Bionat), 750 cm<sup>3</sup> wody wodociągowej, 5 cm<sup>3</sup> odpowiednio rozcieńczonego enzymu (dawki 3-fitaza A: 1500 FTU/kg mąki; 6-fitaza A: 1500 FTU/kg mąki; fitaza B: 30 AcPU/g mąki) w buforze octanowym o pH 4,5. Z wymieszanego ciasta formowano bochenki o masie 250 g, pozostawiano je w komorze fermentacyjnej w stałej wilgotności oraz w temp. 35,5 °C. Próbkę ciasta o masie 100 g przeznaczano do pomiaru pH oraz do badania profili fosforanów *mio*-inozytolu w ciągu 0, 15, 30, 60, 90, 150 min po wymieszaniu ciasta. Pomiar pH ciasta wykonywano pobierając w odpowiednich odstępach czasowych próbki o masie 5 g, które rozdrabniano i rozpuszczano w 50 ml wody dejonizowanej. Do przygotowanych w ten sposób roztworów wprowadzano elektrodę pomiarową (pehametr typu CP-315m, firmy ELMETRON; elektroda typ ERH-11).

### *Ekstrakcja próbek ciasta*

Ekstrakcję próbek do analizy HPLC prowadzono w roztworze 0,5 M roztworem kwasu solnego. Próbki rozdrobnionego ciasta o masie  $2 \pm 0,01$  g ekstrahowano (wyrząsarka ramieniowa)  $20 \text{ cm}^3$  0,5 M roztworu kwasu solnego przez 3 h w temp. pokojowej. Otrzymany ekstrakt odwirowywano (4500 obr./min przez 30 min), przesącz przeznaczano do dalszego oczyszczania. W celu oddzielenia fosforanów *mio*-inozytolu od pozostałych składników ekstraktu przeprowadzano chromatografię jonowymienną. Do polipropylenowych kolumn o poj.  $20 \text{ cm}^3$  wypełnionych 2 g złoża typu AG 1x8 Cl, (Bio-Rad) nanoszono porcjami  $15 \text{ cm}^3$  ekstraktu. Elucję fosforanów *mio*-inozytolu zaabsorbowanych na matrycy przeprowadzano  $10 \text{ cm}^3$  2 M roztworu HCl. Otrzymany eluat odparowywano do objętości  $1,5 \text{ cm}^3$  przy użyciu rotacyjnej wyparki próżniowej. Przed iniekcją na szczyt kolumny chromatograficznej próbkę filtrowano przez sączki strzykawkowe o średnicy porów  $0,44 \mu\text{m}$ . Ilościową analizę kwasu fitynowego w badanych próbkach ciasta poddanego fermentacji przez 0, 60, 105, 150 min przeprowadzano metodą kolorymetryczną z odczynnikiem Wade [16], zaadaptowaną do pomiaru na czytniku mikroplętek firmy Biorad, model 680. Uzyskane wyniki stanowią średnią arytmetyczną z czterech powtórzeń.

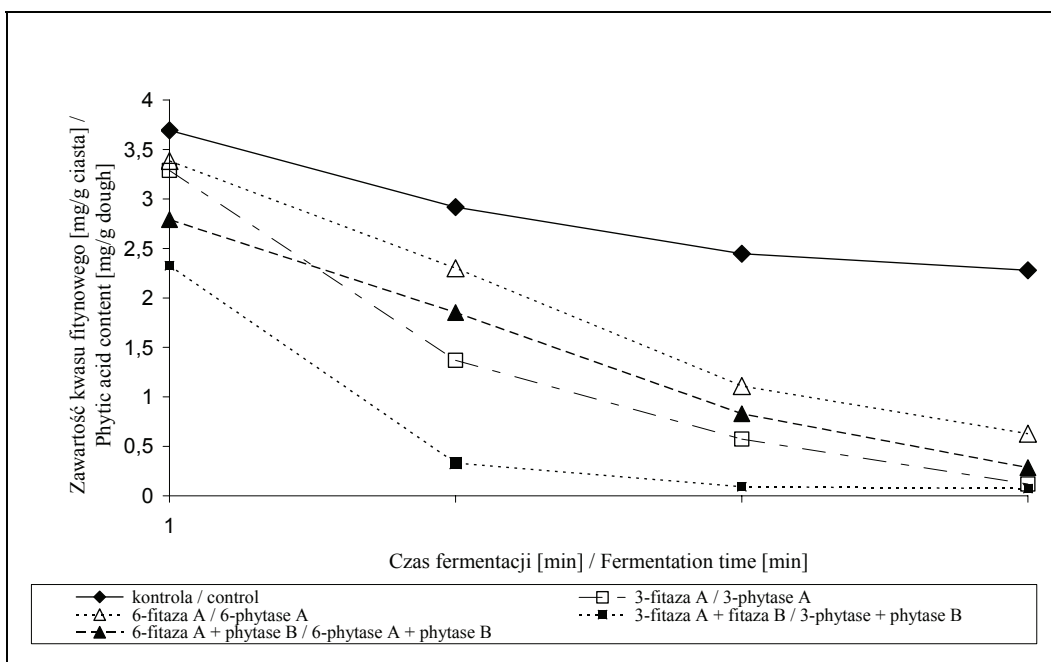
### *Analizy HPLC*

Do analizy jakościowej fosforanów *mio*-inozytolu zastosowano anionowymienną wysokosprawną chromatografię cieczową z postkolumnową derywatyzacją i detekcją UV [5].

Rozdziały chromatograficzne wykonywano przy zastosowaniu liniowego gradientu w kolumnie analitycznej CarboPac PA-100 (250 mm x 4 mm,  $10 \mu\text{m}$ , mechanizm retencji: wymiana anionów) wyposażonej w kolumnę ochronną (50 mm x 4 mm) (Dionex) i detekcji spektrofotometrycznej przy 280 nm, która zachodziła po pozakolumnowej reakcji z roztworem 0,1 %  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  w 0,33 M  $\text{HClO}_4$ . W tej reakcji fosforany inozytolu tworzą kompleks z jonami żelaza umożliwiając detekcje UV. Realizacja gradientu następowała poprzez zmieszanie odpowiednich proporcji eluentów (A) 500 mM HCl oraz (B) wody dejonizowanej przy zastosowaniu poniższego programu: 0 - 16 min, 8 - 20 % A, 92 - 80 % B; 16 - 33 min, 20 - 37 % A, 80 - 69 % B; 33 - 49 min, 37 - 100 % A, 63 - 0 % B; 49 - 50 min, 100 % A, 0 % B; 50 - 50,1 min, 100 - 8 % A, 0 - 92 % B. Prędkość przepływu eluentu oraz reagenta w reakcji postkolumnowej wynosiła odpowiednio 1,0 oraz 0,4 ml/min. W układzie pozakolumnowej derywatyzacji zastosowano pompę perystaltyczną Pharmacia LKB P-1 oraz pętlę opóźniającą z teflonu o pojemności  $750 \mu\text{l}$  i wymiarach  $1/16'' \times 0,50 \text{ mm}$  połączoną z trójnikiem do chromatografii niskociśnieniowej. Rozdziały przeprowadzano w temp.  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Objętość iniekcji standardów oraz roztworów próbek wynosiła  $100 \mu\text{l}$ . Analizy chromatograficzne wykonano w trzech powtórzeniach.

## Wyniki i dyskusja

W przeprowadzonych badaniach, z uwagi na ścisłą zależność aktywności fitaz od pH [16], monitorowano odczyn badanych ciast. Zaobserwowano minimalne zmiany, na poziomie 0,02 jednostek pH w stosunku do wyjściowej wartości 4,74. W trakcie 150-minutowej fermentacji ciasta przeprowadzono analizy zawartości kwasu fitynowego metodą kolorymetryczną po 0, 60, 105 i 150 min od zakończenia mieszenia ciasta.

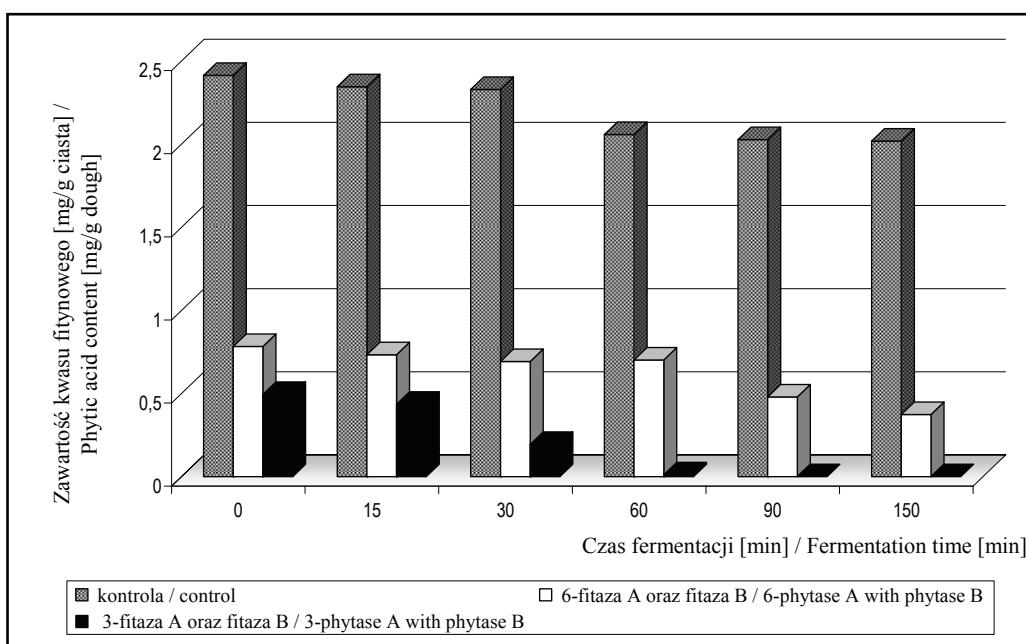


Rys. 1. Zawartość kwasu fitynowego w cieście kontrolnym oraz ciastach z dodatkiem enzymów fosforolitycznych oznaczona metodą kolorymetryczną (z odczynnikiem Wade); 3-fitaza A (1500 FTU/kg mąki), 6-fitaza A (1500 FTU/kg mąki), fitaza B (30 AcPU/g mąki).

Fig. 1. Phytic acid content in control dough and in doughs supplemented with phosphorolytic enzymes as determined using a colorimetric method with Wade reagent; 3-phytase A (1500FTU/kg flour), 6-phytase A (1500FTU/kg flour), phytase B (30 AcPU/gr flour).

W badaniach zastosowano identyczne dawki fitaz A, efektywność tych preparatów testowano również w kooperacji z fitazą B. W przypadku ciasta kontrolnego, bez dodatku enzymów fosforolitycznych, proces degradacji fitynianu następował systematycznie w ciągu 150 min fermentacji i prowadził do redukcji IP6 o 38 % w stosunku do wyjściowego poziomu 3,692 mg/g ciasta (rys. 1). Wprowadzenie na etapie mieszenia ciasta enzymów 3-fitazy A z fitazą B prowadziło do niemal całkowitej konwersji (97 %) kwasu fitynowego do niższych fosforanów inozytolu (0,073 mg fitynianu/g

ciasta w ciągu 150 min fermentacji). Podobną tendencję obserwowano w przypadku współdziałania 6-fitazy A oraz fitazy B, w rezultacie odnotowano ubytek zawartości tego składnika do poziomu 0,285 mg/g ciasta (rys. 1.) Zastosowanie pojedynczych fitaz A charakteryzowała mniejsza efektywność w środkowej fazie fermentacji (60 min), ale w końcowym punkcie (150 min) degradacja fitynianu nastąpiła do bardzo niskiego poziomu tj. 0,119 mg IP6/g ciasta (3-fitaza A) oraz 0,628 mg/g (6-fitaza A).



Rys. 2. Zawartość kwasu fitynowego w cieście kontrolnym oraz ciastach z dodatkiem enzymów fosforolitycznych oznaczona metodą HPLC; 3-fitaza A (1500FTU/kg maki), 6-fitaza A (1500 FTU/kg maki), fitaza B (30 AcPU/g maki).

Fig. 2. Phytic acid content in control dough and in doughs supplemented with phosphorolytic enzymes as determined by HPLC method; 3-phytase A (1500 FTU/kg flour), 6-phytase A (1500 FTU/kg flour), phytase B (30 AcPU/g flour).

Do oszacowania zawartości kwasu fitynowego w cieście zastosowano również metodę HPLC [5, 11], której zasadniczym celem była analiza jakościowa składu izomerów fosforanów inozytolu w produkcie. Porównując uzyskane wyniki w przypadku kombinacji fitaz A z fitazą B stwierdzono większy stopień redukcji fitynianu już na początkowych etapach fermentacji w stosunku do metody kolorymetrycznej. Przypuszczalnie jest to efekt mniejszej selektywności reakcji z odczynnikami Wade, w której biorą udział zarówno IP6, jak i IP5, natomiast metoda HPLC pozwala na jednoznaczną identyfikację sześcioposforanu *mio*-inozytolu i rozdzielenie tej substancji od niższych

izomerów (rys. 2). Z analiz HPLC wynika, że poziom fitynianu był już na początku etapu fermentacji (0 min) znacznie niższy niż w przypadku próby kontrolnej, odpowiednio 0,495 mg/g w przypadku 3-fitazy A i fitazy B oraz 0,783 mg/g ciasta dla 6-fitazy A, współdziałającej z fitazą B w stosunku do 2,413 mg/g dla ciasta kontrolnego. W końcowym punkcie fermentacji (po 150 min) nie stwierdzono już zawartości IP6 w cieście traktowanym preparatem 3-fitazy A oraz fitazy B, natomiast w produkcie z dodatkiem 6-fitazy A i fitazy B zanotowano poziom 0,374 mg fitynianu na gram próbki.

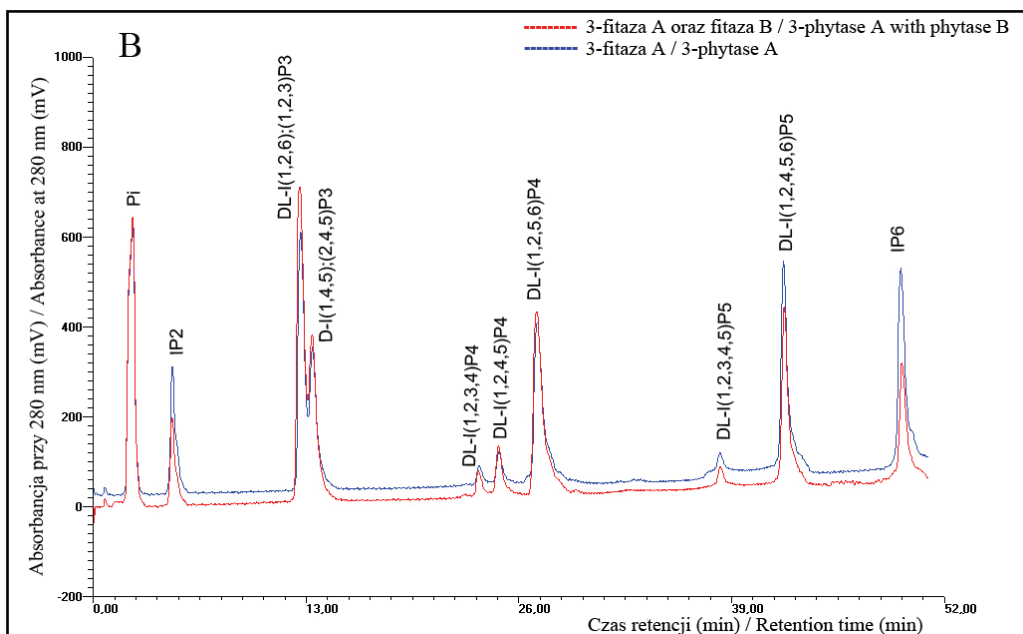
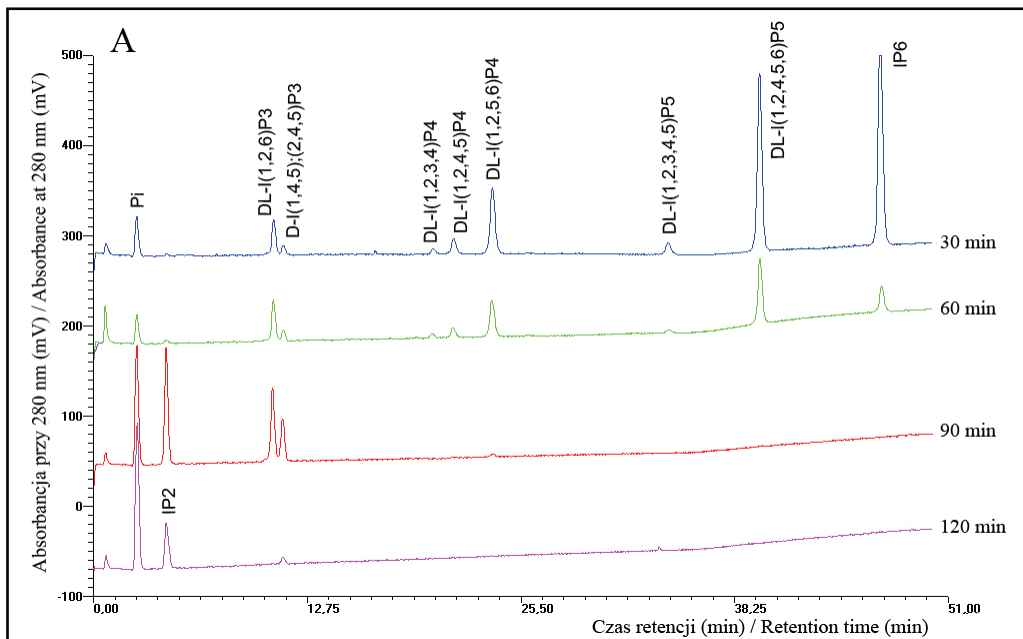
*Analiza profili fosforanów inozytolu w modelowym układzie i w cieście z dodatkiem enzymów*

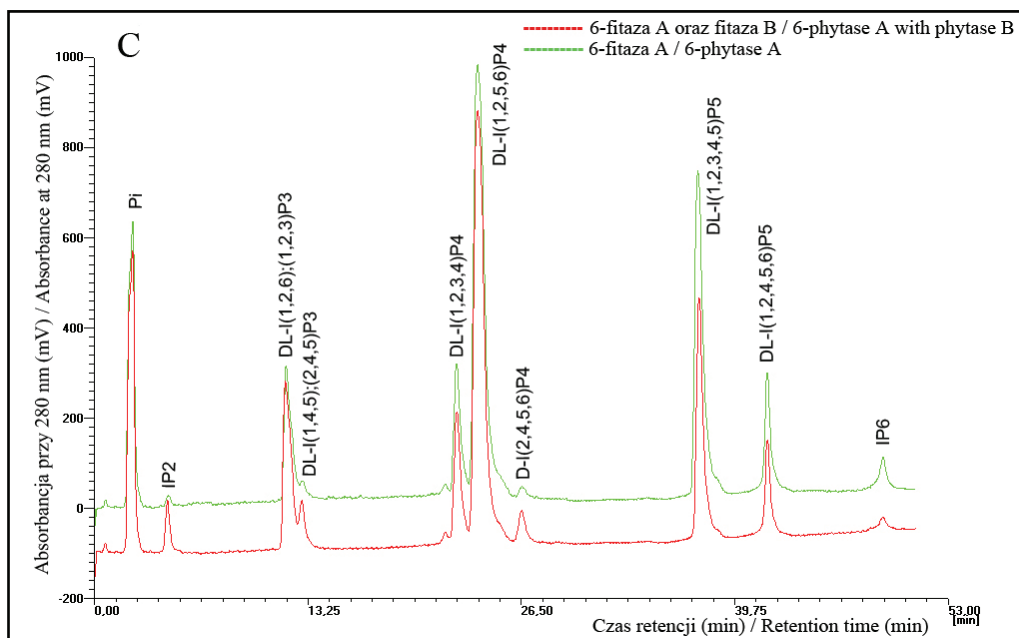
Druga faza badań miała na celu monitorowanie zmian profili fosforanów *mio*-inozytolu w eksperymentach modelowych z udziałem czystych preparatów enzymów oraz substratu i skonfrontowanie tych danych z analizami enzymatycznie modyfikowanego ciasta.

W przypadku akcji katalitycznej 3-fitazy A jako początkowe produkty zidentyfikowano DL-Ins(1,2,4,5,6)P5 oraz w mniejszej ilości DL-Ins(1,2,3,4,5)P5 (rys. 3A, czas inkubacji 30 i 60 min), co potwierdza specyficzność preparatu Finase P, jako 3-fitazy. W dalszej kolejności uwalniane są DL-Ins(1,2,5,6)P4; Ins(1,2,6)P3; IP2 (rys. 3A, czas inkubacji 90, 120 min). Taka sekwencja hydrolizy koresponduje z mechanizmem działania 3-fitazy w kooperacji z fitazą B (rys. 3B). Nie stwierdzono nowych produktów pośrednich, a zaobserwowano przyspieszony proces degradacji kwasu fitynowego, na co wskazuje m.in. znacznie mniejszy pik reprezentujący IP6 na chromatogramie z analizy współdziałania fitazy A oraz B (rys. 3B, linia czerwona), przy identycznych pozostałych parametrach (czas inkubacji, dawka enzymu) w stosunku do samej 3-fitazy A (rys. 3B, linia niebieska). Analiza produktów działania 6-fitazy A wskazuje na początkowe uwolnienie DL-Ins(1,2,3,4,5)P5, ale również w mniejszej ilości DL-Ins(1,2,4,5,6)P5, charakterystycznego przede wszystkim dla 3-fitazy A. Sekwencja hydrolizy prowadziła następnie przez DL-Ins(1,2,5,6)P4; DL-Ins(1,2,3,4)P4 oraz DL-Ins(1,2,6)P3 i DL-(1,2,3)P3 które mają identyczny czas retencji, podobnie jak para D-Ins(1,4,5)P3 i D-Ins(2,4,5)P3 (rys. 3C). Porównanie mechanizmu działania 6-fitazy A w kooperacji z fitazą B prowadzi do analogicznych obserwacji, jak w przypadku 3-fitazy A. Współdziałanie enzymów przyspiesza jedynie proces konwersji, nie wpływając w zasadniczy sposób na ścieżkę defosforylacji.

Monitorowanie produktów obecnych w enzymatycznie modyfikowanym cieście, uwolnionych pod wpływem 3-fitazy A oraz fitazy B potwierdza obecność izomerów zidentyfikowanych w badaniach modelowych. Na rys. 4A zaprezentowano chromatogram z analizy ciasta z dodatkiem 3-fitazy A w środkowej fazie fermentacji (60 min), bowiem dawka aplikowana w niniejszych eksperymentach, identyczna dla 6- oraz 3-fitazy, powodowała w przypadku tego ostatniego enzymu niemal całkowitą konwer-

się sześćcjofosforanu inozytoli w końcowej fazie fermentacji ciasta (150 min). Na chromatogramach obserwowano już tylko fosfor oraz niewielkie ilości dwufosforanu mio-inozytoli.





Rys. 3. Profile chromatograficzne fosforanów *myo*-inozytolu uzyskane w wyniku hydrolizy fitynianu sodu (5 mM) pod wpływem: A. 3-fitazy A (25 FTU/mL) w podanym czasie inkubacji. B. 3-fitazy A (25 FTU/mL) oraz fitazy B (2 AcPU/mL) w ciągu 30 min inkubacji z substratem. C. 3-fitazy A (25 FTU/mL) oraz fitazy B (2AcPU/mL) w ciągu 60 min inkubacji z substratem.

Fig. 3. Chromatographic profiles of *myo*-inositol phosphates obtained during enzymatic hydrolysis of sodium phytate (5 mM) under the impact of A. 3-phytase (25 FTU/mL) at a given time of incubation. B. 3-phytase A (25 FTU/mL) and phytase B during 30 minutes of incubation with substrate. C. 6-phytase A (25 FTU/mL) and phytase B (2 AcPU/mL) during 60 minutes of incubation with substrate.

Analiza procesu hydrolizy fitynianu w cieście suplementowanym 6-fitazą A wskazuje na występowanie na końcowym etapie fermentacji zarówno kwasu fitynowego, jak i pośrednich izomerów procesu hydrolizy. Obecność głównego produktu z grona pięciofosforanów – Ins(1,2,3,4,5)P5 wskazuje na początkową aktywność 6-fitazy, ale dalsza identyfikacja niższych izomerów pozwala stwierdzić obecność Ins(1,2,3,4)P4; Ins(1,2,5,6)P4 oraz Ins(1,2,6)P3; Ins(1,2,3)P3 (rys 4B). Istotną obserwacją jest fakt, że dodatek preparatu fitazy B (rys. 4B, linia niebieska) nie zmienia ścieżki hydrolizy kwasu fitynowego, a jedynie przyspiesza degradację wyjściowego oraz produktów pośrednich w ramach istniejących szlaków konwersji zidentyfikowanych w przypadku fitaz A (rys. 4, linia czerwona). Obserwacje te zgodne są z profilem izomerów zanotowanym w eksperymentach modelowych z udziałem czystych preparatów enzymów i substratu (rys. 3B i 3C).



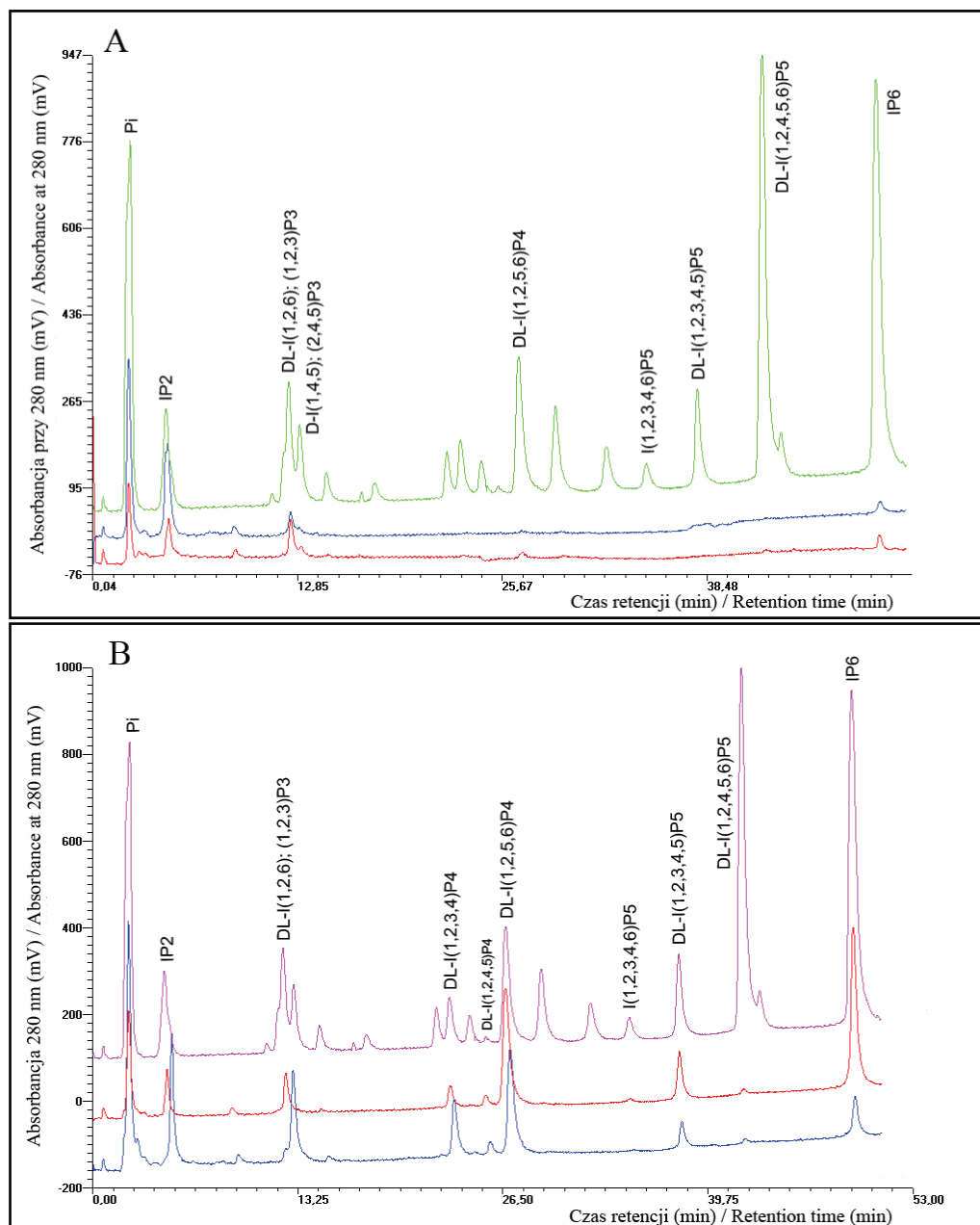
Przeprowadzone analizy jakościowe profili fosforanów *mio*-inozytolu trudno bezpośrednio odnieść do wyników prac Türka i wsp. [25], bowiem zastosowany przez autorów system nie pozwalał na identyfikację izomerów, zanotowali oni 67 % spadek poziomu fitynianu pod wpływem zastosowania fitazy z *A. niger* w procesie fermentacji ciasta pszennego.

Żyła i wsp. [33], stosując dawkę 5000 FTU/kg mąki fitazy A oraz fitazy B (30 AcPU/g mąki), oznaczali zawartość IP6 w świeżym pieczywie żytnim, stwierdzając niewielkie ilości (0,030 mg/g, przy 70% redukcji w stosunku do próby kontrolnej) kwasu fitynowego w produkcie. W przedstawionych w niniejszej pracy analizach, dane z metody kolorymetrycznej wskazują na poziom 0,073 mg/g, ale w cieście, a nie pieczywie oraz przy obniżonej dawce 3-fitazy A do 1500 FTU/kg mąki w stosunku do doświadczenia Żyły i wsp. [33]. W obu przytoczonych powyżej pracach zastosowano jednak mniej selektywny system detekcji (RP-HPLC z detekcją refraktometryczną) nieróżnicujący poszczególne izomery w przeciwieństwie do chromatografii jonowej z derywatacją pozakolumnową zaadaptowaną do niniejszych badań.

Haros i wsp. [12] zauważyli, że końcowa faza fermentacji nie różni się znacząco poziomem IP6 w stosunku do finalnego produktu, czyli świeżego chleba pszennego, tak więc decydujące znaczenie ma obraz chromatograficzny uzyskany w końcowym punkcie fermentacji tuż przed potencjalną inaktywacją termiczną fitaz. Autorzy wprowadzając preparat grzybowej fitazy w jednym stężeniu zaobserwowali zmniejszenie zawartości fitynianu z 74 % (mąka żytnia) do 89 % (mąka pszenna) w stosunku do wartości początkowej. Türk i wsp. [26] przeanalizowali potencjalny mechanizm działania fitazy z drożdży oraz pszenicy, prezentując spektrum izomerów obecnych w hydrolizacie fitynianu sodu poddanym enzymatycznej obróbce. Autorzy potwierdzili specyficzność drożdżowego enzymu jako 3-fitazy, identyfikując główny produkt hydrolizy Ins(1,2,4,5,6)P5, a enzym z pszenicy, zgodnie z oczekiwaniami, uwalniał w pierwszej kolejności Ins(1,2,3,4,5)P5, wykazując aktywność 6-fitazy. Odnosząc te dane do wyników niniejszej pracy można sądzić, że w procesie hydrolizy, oprócz wprowadzonych fitaz A i fitazy B niewielką rolę mogą odgrywać endogenne fitazy mikrobiologiczne obecne w surowcach. Jakkolwiek analiza pieczywa niewzbogaconego enzymami, w którym dominującym produktem jest kwas fitynowy [6, 25], nie pozostawia wątpliwości, że te wewnętrzne biokatalizatory nie mogą w znaczący sposób zmieniać spektrum izomerów i przede wszystkim nie stanowią skutecznego narzędzia w procesie kontrolowanej biokonwersji fitynianu.

Analiza spektrum izomerów fosforanów inozytolu w enzymatycznie modyfikowanym cieście zarówno w przypadku aktywności 3-, jak i 6-fitazy A wskazuje na obecność w finalnym produkcie 1,2,6-trójfosforanu *mio*-inozytolu, który prawdopodobnie zapobiega powikłaniom u osób chorych na cukrzycę, a także przewlekłym





Rys. 4. Profile chromatograficzne fosforanów *myo*-inozytoli w enzymatycznie modyfikowanym cieście A. 60. minuta fermentacji: chromatogram referencyjny: termiczny hydrolizat kwasu fitynowego (—); pieczywo z dodatkiem 3-fityazy A [1500 FTU/kg mąki] (—); pieczywo z dodatkiem 3-fityazy A [1500 FTU/kg mąki] oraz kwaśnej fosfatazy [30 AcPU/ g mąki] (—). Analiza metodą HPLC B. 150 min fermentacji: chromatogram referencyjny: termiczny hydrolizat kwasu fityno-

wego (—); pieczywo z dodatkiem 6-fitazy A [1500 FTU/kg mąki] (—); pieczywo z dodatkiem 6-fitazy A [1500FTU/kg mąki] oraz kwaśnej fosfatazy [30 AcPU/ g mąki] (—).

Fig. 4. Chromatographic profiles of *myo*-inositol phosphates in enzymatically modified dough **A.** 60 minutes of fermentation: reference chromatogram: thermal hydrolysate of phytic acid (—); bread supplemented with 3-phytase A [1500 FTU/kg flour] (—); bread supplemented with 3-phytase A [1500 FTU/kg flour] and phytase B [30 AcPU/ g flour] (—). **B.** Analysis using HPLC B method: 150 min of fermentation: reference chromatogram: thermal hydrolysate of phytic acid (—); bread supplemented with 6-phytase A [1500 FTU/kg flour] (—); bread supplemented with 6-phytase A [1500 FTU/kg flour] and phytase B [30 AcPU/ g flour] (—).

zapaleniom oraz chorobom układu sercowo-naczyniowego [15]. Izomer ten ma identyczny czas retencji jak Ins(1,4,5)P3 i nie można wykluczyć, że również ta substancja, pełniąca funkcje przekaźnika międzykomórkowego, jest obecna w produkcie finalnym.

Reasumując, można stwierdzić, że fitazy A w kooperacji z fitazą B mogą służyć jako skuteczne narzędzie konwersji fitynanu w pieczywie i w zależności od zastosowanych dawek i proporcji obu enzymów w kontrolowany sposób pozwalają na uzyskanie produktu o walorach żywności funkcjonalnej.

## Wnioski

1. Zastosowanie preparatu 3-fitazy A (Finase P, 1500 FTU/kg mąki) w kombinacji z fitazą B (Finase AP, 30AcPU/g mąki) jako dodatku do ciasta żytniego powoduje 97 % redukcję poziomu kwasu fitynowego. Jest to najbardziej efektywna kombinacja enzymów fosforolitycznych zastosowana w niniejszej pracy.
2. W przypadku zastosowania preparatu 6-fitazy A stwierdzono sekwencje hydrolizy kwasu fitynowego poprzez Ins(1,2,3,4,5)P5; Ins(1,2,3,4)P4; Ins(1,2,3)P3 oraz IP2.
3. Zastosowanie w procesie hydrolizy 3-fitazy A prowadzi do powstania pierwszego głównego produktu Ins(1,2,4,5,6)P5, a następnie szlak prowadzi przez Ins(1,2,5,6)P4; Ins(1,2,6)P3 i IP2.
4. Współdziałanie 3-fitazy A i 6-fitazy A odpowiednio z fitazą B nie wpływa na szlak defosforylacji fitynianu, a jedynie przyspiesza proces hydrolizy w ramach istniejących ścieżek konwersji zidentyfikowanych dla fitaz A. Obserwacja ta została potwierdzona zarówno w eksperymentach modelowych w układzie enzym-substrat, jak i w przypadku enzymatycznie modyfikowanego ciasta żytniego.

## Literatura

- [1] Andlid T.A., Veide J., Sandberg A.S.: Metabolism of extracellular inositol hexaphosphate (phytate) by *Saccharomyces cerevisiae*. Int. J. Food Microbiol., 2004, **97**, 157-169.
- [2] Ashima V., Satyanarayana T.: Phytases: microbial sources, production, purification, and potential biotechnological applications. Crit. Rev. Biotechnol., 2003, **23**, 29-60.

- [3] Augspurger N.R., Backer D.H.: High dietary phytase levels maximize phytate-phosphorus utilization but do not affect protein utilization in chicks fed phosphorus- or amino acid-deficient diets. *J. Anim. Sci.*, 2004, **82**, 1100-1107.
- [4] Bohn T., Davidson L., Walczyk T., Hurrell R. F.: Phytic acid added to white-bread inhibits fractional apparent magnesium absorption in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, **79**, 418-423.
- [5] Chen Q.C., Li B.W.: Separation of phytic acid and other related inositol phosphates by high-performance ion chromatography and its applications. *J. Chromatogr. A*, 2003, **1018**, 41-52.
- [6] Duliński R., Ciombor J., Żyła K.: Profile fosforanów *myo*-inozytolu w enzymatycznie modyfikowanym pieczywie żytnim analizowane metodą wysokosprawnej chromatografii jonowej. *Mat. I Konf. „Analityczne zastosowania chromatografii cieczowej”*, PZH oraz Polygen Gliwice, Warszawa 2006, ss. 21-22.
- [7] Fredlund K., Asp N.G., Larsson M., Marklinder I., Sandberg A.-S.: Phytate reduction in whole grains of wheat, rye, barley and oats after hydrothermal treatment. *J. Cereal Sci.*, 1997, **25**, 83-91
- [8] Garcia-Esteva R.M., Guerra-Hernandez E., Garcia-Villanova B.: Phytic acid content in milled cereal products and breads. *Food Res. Int.*, 1999, **32**, 217-221.
- [9] Harland B.F., Morris E. R.: Phytate: A Good or A Bad Food Component? *Nutr. Res.*, 1995, **15**, 733-754.
- [10] Harland B.F., Narula G.: Food phytate and its hydrolysis products. *Nutr. Res.*, 1999, **19**, 947-961.
- [11] Harland B.F., Smikle-Williams S., Oberlas D.: High performance liquid chromatography analysis of phytate (IP6) in selected foods. *J. Food Compos. Anal.*, 2004, **17**, 227-233.
- [12] Haros M., Rosell C. M., Benedito C.: Use of fungal phytase to improve breadmaking performance of whole wheat bread. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, **49**, 5450-5454.
- [13] Hidvegi M., Laszity R.: Phytic acid content of cereal and legumes and interaction with proteins. *Periodica Polytechnica Ser. Chem. Eng.*, 2003, **46**, 59-64.
- [14] Kerovuo J., Rouvinen J., Hatzack F.: Analysis of *myo*-inositol hexakisphosphate hydrolysis by *Bacillus* phytase: indication of a novel reaction mechanism. *Biochem. J.*, 2000, **352**, 623-628.
- [15] Konietzny U., Greiner R.: Molecular and catalytic properties of phytate-degrading enzymes (phytases). *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2002, **37**, 791-812.
- [16] Latta M., Eskin M.: A Simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J. Agric. Food Chem.*, 1980, **28**, 1313-1315.
- [17] Leenhardt, F., Levrat-Verny M. A., Chanliaud E., Rémésy C.: Moderate decrease of pH by sour-dough fermentation is sufficient to reduce phytate content of whole wheat flour through endogenous phytase activity. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, **53**, 98-102.
- [18] Loewus F. A., Murthy P. P. N.: *Myo*-inositol metabolism in plants. *Science*, 1999, **150**, 1-19.
- [19] Lopez H. W., Leenhardt F., Coudray Ch., Remesy Ch.: Minerals and phytic acid interactions: is it a real problem for human nutrition? *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2002, **37**, 727-739.
- [20] Pandey A., Szakacs G., Soccol C.R., Rodriguez-Leon J.A., Soccol V.T.: Production, purification and properties of microbial phytases. *Bioresour. Technol.*, 2001, **77**, 203-214.
- [21] Plaami S.: *Myo*-inositol phosphates: analysis, content in foods and effects in nutrition. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 1997, **30**, 633-647.
- [22] Reale A., Mannina L., Tremonte P., Sobolev A.P., Succi M., Sorrentino E., Coppola R.: Phytate degradation by lactic acid bacteria and yeasts during the wholemeal dough fermentation: a 31P NMR study. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52**, 6300-6305.
- [23] Sandberg A. S., Andlid T.: Phytogetic and microbial phytases in human nutrition. *Int. J. Food Technol.*, 2002, **37**, 823-833.
- [24] Simon O., Igbasan F.: *In vitro* properties of phytases from various microbial origins. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2002, **37**, 813-822.
- [25] Türk M., Carlsson N.-G., Sandberg A.-S.: Reduction in the levels of phytate during wholemeal bread making: Effect of yeast and wheat phytases, *J. Cereal Sci.*, 1995, **23**, 257-264.

- [26] Türk M., Sandberg A.S.: Phytate degradation during breadmaking: effect of phytase addition. *J. Cereal Sci.*, 1992, **15**, 281-294.
- [27] Türk M., Sandberg A.S., Carlsson N.G., Andlid T.: Inositol hexaphosphate hydrolysis by baker's yeast. Capacity, kinetics, and degradation products. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 100-104.
- [28] Vats P., Banerjee U. C.: Production studies and catalytic properties of phytases (myo-inositolhexakisphosphate phosphohydrolases): an overview. *Enzyme Microb. Technol.*, 2004, **35**, 3-14.
- [29] Vats, P., Banerjee. U. C.: Biochemical characterisation of extracellular phytase (myo-inositol hexakisphosphate phosphohydrolase) from a hyper-producing strain of *Aspergillus niger* van Teighem. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 2005, **32**, 141-147.
- [30] Vohra A., Satyanarayana T.: Phytases: Microbial sources, production, purification, and potential biotechnological applications. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 2003, **23**, 29-60.
- [31] Wyss M., Pasamontes L., Friedlein A., Rémy R., Tessier M., Kronenberger A., Middendorf A., Lehmann M., Schnoebelen L., Röthlisberger U., Kuszniir E., Wahl G., Müller F., Lahm H.W., Vogel K., van Loon A.P.: Biophysical characterization of fungal phytases (*myo*-inositol hexakisphosphate phosphohydrolases): molecular size, glycosylation pattern, and engineering of proteolytic resistance. *Appl. Envir. Microbiol.*, 1999, **65**, 359-366.
- [32] Żyła K., Mika M., Gambuś H., Nowotny A., Szymczyk B.: Fungal phytases in wholemeal breadmaking. I: 3-Phytase A improves storage stability and in vitro nutrients digestibility of wheat breads, *EJPAU, Biotechnology*, 2005, **8** (4).
- [33] Żyła K., Mika M., Gambuś H., Nowotny A., Szymczyk B.: Fungal phytases in wholemeal breadmaking III: Nutritional effects of different phytases in rye breads, *EJPAU, Biotechnology*, 2005, **8** (4).
- [34] Żyła K., Mika M., Wikiera A., Perek P.: Interakcje pektynaz i fosfatyz w procesie zmian biodostępności białka z paszy dla drobiu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4** (41), 107-116.

#### EFFECT OF EXOGENIC PREPARATIONS ON CONTENT OF INOSITOL PHOSPHATES IN RYE DOUGH AND RYE BREAD

##### S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of supplementing dough with phosphorolytic enzymes on the content of anti-nutritional factor, phytic acid, and on the spectrum of products of its hydrolysis, i.e. lower isomers of myo-inositol phosphates, in rye dough and rye bread. The product tested was supplemented with commercial, microbiological preparations of 3- and 6-phytase A and of phytase B during the proofing of dough. A high-pressure ion chromatography was applied to monitor changes in the profiles of myo-inositol phosphates during the fermentation of dough. The analysis of the content of phytate was performed using a colorimetric method with a Wade reagent. The highest reduction in the content of phytic acid was found in the case of 3-phytase A combined with phytase B. It was found that the cooperation between the 3-phytase and 6-phytase A with phytase B did not impact the dephosphorylation pathway of phytate, it only accelerated the hydrolysis process according to the bioconversion routes of phytase A. This fact was confirmed both by 'enzyme – substrate' model experiments and by the enzymatically modified breads. The enzymatic conversion results in forming physiologically active intermediates, among other things: Ins(1,2,6)P<sub>3</sub> and Ins(1,4,5)P<sub>3</sub>, thus, the phytases A in cooperation with the phytase B could be, potentially, applied as bio-catalysts in the production of functional foods.

**Key words:** phytases, phytic acid, myo-inositol phosphates ☒

ANNA OSTASIEWICZ, ALICJA CEGLIŃSKA, SYLWIA SKOWRONEK

## JAKOŚĆ PIECZYWA ŻYTNIEGO Z DODATKIEM ZAKWASÓW

### Streszczenie

Celem pracy było porównanie jakości pieczywa żytniego otrzymanego z ciasta prowadzonego metodą jednofazową z zastosowaniem różnych zakwasów piekarskich.

Analizę cech fizykochemicznych użytej mąki żytniej typu 720 przeprowadzono metodami stosowanymi powszechnie w laboratoriach zbożowo-młynarskich (wilgotność, kwasowość, zawartość białka, liczba opadania i właściwości amylopolityczne). Określono wydajność otrzymanego ciasta i jego kwasowość. Wypiek prowadzono w temperaturze 230 °C przez 35 min. Po 12 h od wypieku zmierzono kwasowość i objętość, którą przeliczono na 100 g pieczywa, a także wyliczono wydajność i upiek. Przeprowadzono również ocenę sensoryczną

Na podstawie przeprowadzonej oceny sensorycznej i wartości wyróżników fizykochemicznych wykazano prawidłowe właściwości wypiekowe użytej mąki żytniej typu 720.

Od użytego zakwasu piekarskiego uzależniony był dodatek wody w przygotowywanym cieście, stąd jego wydajność była różna. W porównaniu z ciastem ukwaszonym kwasem mlekowym (próba kontrolna), wydajność ciasta z dodatkiem zakwasu w paście (Uldo Sauer) była o 15% większa. Kwasowość przygotowanych ciast również była zróżnicowana, przy czym największą osiągnęło ciasto z dodatkiem zakwasu Uldo Sauer. Pieczywo żytnie wytworzone z użyciem zakwasu w formie pasty charakteryzowało się największą wydajnością i objętością. Najmniejszym upiekem charakteryzowało się pieczywo z użyciem zakwasu Flintbeker Sauerteig. Zastosowanie zakwasów spowodowało wzrost kwasowości mękiszu, co wpłynęło pozytywnie na ocenę sensoryczną pieczywa.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono korzystne oddziaływanie zakwasów na wzrost wydajności i objętości pieczywa, a tym samym poprawę struktury mękiszu. Najlepszymi walorami smakowo-zapachowymi cechowało się pieczywo na zakwasie Uldo Sauer.

**Słowa kluczowe:** pieczywo żytnie, zakwas piekarski, metoda jednofazowa

### Wprowadzenie

Proces produkcji pieczywa żytniego wymaga dużego nakładu pracy i środków, co związane jest ze specyficznymi właściwościami mąki żytniej. Do wytworzenia ciasta

żytniego konieczne jest jego ukwaszenie w celu osiągnięcia trwałej struktury pieczywa, wykształcenia wyrazistego smaku i aromatu oraz regulacji aktywności enzymatycznej mąki [21]. Ukwaszenie ciasta można uzyskać podczas fermentacji mlekowo-etanolowej, która jest jednak procesem czasochłonnym i stwarza zagrożenie popełnienia błędów technologicznych [8]. Innym sposobem ukwaszania jest stosowanie zakwasów piekarskich, umożliwiających wytworzenie ciasta z pominięciem pośrednich faz fermentacji, a jednocześnie pozwalającym utrzymać powtarzalną jakość produkowanego pieczywa oraz kontrolę przebiegu procesu [19].

Zakwasy piekarskie są tradycyjnie prowadzonymi kwasami poddany procesowi suszenia lub z ewentualnym dodatkiem mieszanki kwasów organicznych [12]. Suche zakwasy ze względu na małą zawartość wody wykazują długi okres trwałości, jednak z uwagi na niewysoką kwasowość i zbyt krótki czas na rozwinięcie aktywności kwasotwórczej podczas fermentacji należy stosować je w większych dawkach. Oprócz zakwasów stosowane są środki zakwaszające, które nie wywodzą się z naturalnej fermentacji, a w ich skład wchodzi kwas organiczny z dodatkiem naturalnych substancji zagęszczających, stabilizujących i powierzchniowo czynnych. W porównaniu z suchymi zakwasami odznaczają się wyższą kwasowością, dzięki czemu mogą być dodawane w mniejszych dawkach. Zakwasy piekarskie i środki zakwaszające występują w formie sypkiej, płynnej lub w postaci pasty [19]. Ciasta produkowane z użyciem zakwasów piekarskich wymagają jednak dodatku drożdży [4]. Wynika to z konieczności szybkiego spulchnienia ciasta poprzez wytworzenie gazów. Niektóre piekarnie same produkują zakwasy (na bazie kwasu mlekowego), inne stosują gotowe zakwasy [6]. Firmy, które produkują zakwasy piekarskie jako „gotowy do użycia produkt”, deklarują łatwy sposób przygotowania ciasta (metodą jednofazową) na bazie tych zakwasów oraz otrzymanie pieczywa o stałej, powtarzalnej jakości [3].

Celem pracy było porównanie jakości pieczywa żytniego otrzymanego z ciasta prowadzonego metodą jednofazową z dodatkiem różnych zakwasów piekarskich.

### **Material i metody badań**

Ciasto na pieczywo żytnie przygotowywano z handlowej mąki typu 720, metodą laboratoryjną, z użyciem:

- kwasu mlekowego (próba kontrolna),
- suchego zakwasu Biopan-S, wyprodukowanego przez firmę „AKO” w Bydgoszczy,
- suchego zakwasu Flintbeker Sauerteig, wyprodukowanego przez firmę „Ratjen Backmittel GmbH” w Bingen (Niemcy),
- zakwasu w paście Uldo Sauer, wyprodukowanego przez firmę „Uldo-P” w Krakowie.

Biopan-S i Flintbeker Sauerteig są to suche zakwasy stosowane do produkcji pieczywa żytniego w ilości 2 % i 5 - 6 % w stosunku do masy mąki żytniej według zaleceń producenta. Uldo Sauer to zakwas w formie pasty, produkowany na bazie naturalnego kwasu, stosowany do produkcji pieczywa żytniego w ilości 7 % w stosunku do masy mąki.

Analizę cech fizykochemicznych mąki żytniej typu 720 prowadzono na podstawie oznaczenia: wilgotności metodą suszenia w temperaturze 130 °C przez 1 h, kwasowości miareczkowej poprzez miareczkowanie roztworem 0,1 mol/dm<sup>3</sup> wodorotlenku sodu kwasów zawartych w mące wobec 2 % alkoholowego roztworu fenoloftaleiny jako wskaźnika, zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla przy użyciu jednostki do mineralizacji firmy Foss Tecator [11]. Zmierzono również liczbę opadania w aparacie Hagberga-Pertena [14] i określono właściwości amylopolityczne w amylografie Brabendera [15].

Ciasto żytnie prowadzono metodą krótką (jednofazową). Próbę kontrolną przygotowano z mąki żytniej typu 720 z dodatkiem 3 % kwasu mlekowego, 3 % drożdży, wody i 1,5 % soli (w stosunku do całej ilości mąki), uzyskując ciasto o wydajności 170 %. Po fermentacji w temp. 32 °C trwającej 60 min formowano kęsy ciasta po 350 g i poddawano rozrostowi końcowemu w ciągu 60 min. Wypiek prowadzono w temp. 230 °C przez 35 min. Metodę jednofazową wykorzystano również do przygotowania ciasta z użyciem suchych zakwasów: Biopan-S i Flintbeker Sauerteig. Zakwasy dodawano w ilości 2 i 6 % w stosunku do masy mąki żytniej, natomiast nie dodawano już kwasu mlekowego. Wydajność tych ciast wynosiła odpowiednio 170 i 176 %. Pieczywo na bazie ciasta z dodatkiem zakwasu w paście przygotowano według metody zaproponowanej przez firmę Uldo-P. Z mąki żytniej typu 720, 8 % drożdży, 2 % soli, wody i 7 % zakwasu Uldo Sauer (w stosunku do całej masy mąki) sporządzano ciasto o wydajności 180 %, które pozostawiano do fermentacji na 40 min w temp. 36 °C. Kęsy ciasta o masie 350 g, po rozroście końcowym trwającym 45 min, wypiekano w piecu przez 35 min w temp. 230 °C.

Po 12 h od wypieku obliczano stratę piecową (upiek), wydajność, mierzono objętość w aparacie Sa-Wy i przeliczano ją na 100 g pieczywa [11]. Oznaczano także kwasowość miareczkową i przeprowadzano ocenę sensoryczną [11], oceniając następujące cechy pieczywa: wygląd zewnętrzny, cechy skórki i mięksiszu oraz zapach i smak.

Wszystkie oznaczenia przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie korzystając z programu Statgraphics Plus 4.1 metodą analizy wariancji jednoczynnikowej (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi wyznaczono testem Tukey'a.



## Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonej analizy cech fizykochemicznych mąki żytniej typu 720 wykazano dobre jej właściwości wypiekowe. Charakterystykę użytej do wypieku mąki żytniej przedstawiono w tab. 1.

Wilgotność i kwasowość użytej mąki była zgodna z normą [13]. Zawartość białka również odpowiadała wymaganiom normy [13]. Z technologicznego punktu widzenia białko odgrywa odmienną rolę w cieście żytnim niż w pszennym, bowiem nie tworzy struktury włóknistej. Podczas tworzenia ciasta żytniego białko pęcznieje, ulega peptyzacji i występuje w postaci zdyspergowanego koloidu, stanowiąc lepłą, homogeniczną fazę [8]. Główną rolę w tworzeniu ciasta żytniego odgrywa skrobia i od jej właściwości tj. aktywności enzymów amylolytycznych i zdolności kleikowania zależy jakość produkowanego pieczywa. Poza tym skrobia ulega degradacji podczas wypieku, co wpływa na proces czerstwienia pieczywa [2]. Siła fermentacyjna ciasta oraz właściwości miększu pieczywa w głównej mierze zależą od aktywności amylaz. Zbyt wysoka aktywność amylaz w mące sprzyja otrzymywaniu pieczywa o nieelastycznym, lepkiem miększu i mocno zarumienionej skórce. Natomiast przy niskiej aktywności amylaz otrzymuje się pieczywo o małej objętości, bladej skórce i z kruszącym się miększem [16]. Miarą aktywności enzymów amylolytycznych jest liczba opadania. Optymalna do wypieku pieczywa mąka powinna charakteryzować się liczbą opadania w przedziale 100 - 200 s [17]. Liczba opadania użytej do wypieku mąki (173 s) mieściła się we wskazanym przedziale. Zdolność skrobi do kleikowania oceniono na podstawie analizy amylograficznej, odczytując z amylogramu lepkość zawiesiny i temperaturę kleikowania. Jak podaje Arendt i wsp. [2] skrobia żytnia kleikuje w relatywnie niskiej temp. 55 - 70 °C. W tym przedziale mieści się też optymalna temperatura działania  $\alpha$ -amylazy. Użyta do wypieku mąka żytnia typu 720 wykazywała zbliżone do optymalnych właściwości amylolytyczne. Za parametry optymalne dla mąki żytniej uważa się: lepkość w przedziale 400 - 600 j.B. i temp. końcową kleikowania 63 - 68 °C [17].

Wydajność przygotowanego ciasta była zróżnicowana. Zależała ona od użytego zakwasu piekarskiego i wynikała z różnego składu tych zakwasów. Na pieczywo żytnie z dodatkiem zakwasu Uldo Sauer sporządzono ciasto o największej wydajności. Była to wydajność o 15 % większa niż ciasta przygotowanego z dodatkiem kwasu mlekowego. Wydajność ciasta jest ważnym parametrem technologicznym, od którego zależy m.in. smakowitość uzyskanego pieczywa. W ciastach gęstych, o mniejszej wydajności (150 - 170 %) wytwarza się więcej kwasu octowego, a mniej mlekowego. Pieczywo uzyskane z takiego ciasta wykazuje bardziej ostry, kwasowy smak. Natomiast w ciastach luźnych, o większej wydajności (200 - 220 %), wytwarzanie kwasu mlekowego jest intensywniejsze niż octowego, a pieczywo charakteryzuje się łagodnie kwasowym smakiem [7, 20].



Tabela 1

Charakterystyka jakości mąki żytniej typu 720.  
Quality profile of the rye flour type 720.

Badane parametry Factors studied	Jednostka Unit	Mąka żytnia typu 720 Rye flour type 720
Wilgotność Moisture content	[%]	13,8
Kwasowość Titrable acidity	[° kwasowości] [degrees of acidity]	5,2
Zawartość białka Protein content	[%]	8,5
Liczba opadania Falling number	[s]	173
Parametry amylograficzne / Amylograph factors		
Temperatura początkowa kleikowania Starting temperature of gelatinization	[°C]	46
Temperatura końcowa kleikowania Finishing temperature of gelatinization	[°C]	64,8
Maksymalna lepkość zawiesiny Maximum viscosity of gelatinized matter	[j.B.]	650

Ciasta przygotowane do wypieku charakteryzowały się różną kwasowością (tab. 2). Różnice kwasowości wynikały z odmiennego składu użytych zakwasów, jak również zależały od długości czasu fermentacji ciasta. Największą kwasowość wykazywały ciasta z dodatkiem zakwasu w paście Uldo Sauer. W porównaniu z kwasowością ciasta przygotowanego z użyciem kwasu mlekowego (próba kontrolna) była ona prawie 3-krotnie większa. Nie wykazano istotnych różnic kwasowości pomiędzy ciastem z próby kontrolnej i z dodatkiem zakwasu Biopan-S.

Kwasowość uzyskanego pieczywa wykazywała statystycznie istotne różnice i mieściła się w przedziale 6,3 - 14,1° kwasowości. Mięksiz pieczywa otrzymanego na bazie zakwasu Flintbeker Sauerteig wykazał największą kwasowość, zaś najmniejszą mięksiz pieczywa z dodatkiem kwasu mlekowego (próba kontrolna). Według norm pieczywa żytniego [13] kwasowość mięksizu nie powinna przekraczać 8 ° kwasowości, jednak tylko pieczywo z udziałem kwasu mlekowego spełniało te wymagania.

Pieczywo uzyskane metodą z dodatkiem zakwasu w paście Uldo Sauer cechowało się największą wydajnością oraz objętością, co mogło wynikać z zastosowania największej jego dawki (7 %) oraz luźniejszej konsystencji podczas przygotowania ciasta. Najmniejszą wydajność wykazało pieczywo ukwaszone kwasem mlekowym w ilości 3 % oraz z dodatkiem zakwasu Biopan-S w ilości 2 % w stosunku do masy mąki. Ob-

jętość 100 g pieczywa była najmniejsza w przypadku pieczywa z dodatkiem zakwasu Flintbeker Sauerteig. Pieczywo z tym zakwasem charakteryzowało się jednak najmniejszym upiekaniem. Największą stratę piecową (upiek) wykazało pieczywo na bazie zakwasu Biopan-S.

Tabela 2

Charakterystyka jakości ciasta i uzyskanego pieczywa.  
Quality profile of the dough and bread baked.

Metoda zakwaszania ciasta Method of leavening the dough	Kwasowość [° kwasowości] Titrable acidity [degrees of acidity]		Wydajność pieczywa Yield of bread [%]	Objętość pieczywa Volume of bread [cm <sup>3</sup> /100 g]	Upiek Baking loss [%]
	ciasta of dough	pieczywa of crumb bread			
Metoda z użyciem kwasu mlekowego Method using lactic acid	4,5 <sup>a</sup> ± 0,14	6,3 <sup>a</sup> ± 0,14	141,25 <sup>a</sup> ± 0,94	193,7 <sup>b</sup> ± 0,91	12,6 <sup>a</sup> ± 0
Metoda z użyciem zakwasu Biopan-S Method using Biopan-S sourdough	5,25 <sup>a</sup> ± 0,7	11,1 <sup>b</sup> ± 0,7	141,4 <sup>a</sup> ± 0,70	205,9 <sup>c</sup> ± 0,26	13,65 <sup>a</sup> ± 0,77
Metoda z użyciem zakwasu Flintbeker Sauerteig Method using Flintbeker Sauerteig sourdough	10,1 <sup>b</sup> ± 0,7	14,1 <sup>c</sup> ± 0,14	147,75 <sup>b</sup> ± 0,49	168,45 <sup>a</sup> ± 0,76	12,35 <sup>a</sup> ± 0,07
Metoda z użyciem zakwasu Uldo Sauer Method using Uldo Sauer sourdough	13,25 <sup>c</sup> ± 0,07	13,0 <sup>c</sup> ± 0,28	157,65 <sup>c</sup> ± 0,35	231,15 <sup>d</sup> ± 0,63	12,95 <sup>a</sup> ± 0,21
NIR; HSD (p = 0.05)	2,06	1,6	3,3	8,7	1,6

± odchylenie standardowe / standard deviation

a, b, c, d – te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi (p ≥ 0,95) / the same letters in a column show no statistically significant differences between the means (p ≥ 0,95)

Zastosowanie metody jednofazowej wytwarzania ciasta z dodatkiem różnych zakwasów pozwoliło uzyskać pieczywo o prawidłowym wyglądzie i kształcie. Skórka wszystkich bochenków była matowa, pozbawiona pęknięć i ściśle przylegała do miększu. Miększ pieczywa był elastyczny o równomiernych porach, z wyjątkiem pieczywa na bazie zakwasu Flintbeker Sauerteig, którego miększ był zbity, pozbawiony wyraź-

nych porów i po upływie 24 h bardziej się kruszył. W przypadku pieczywa z dodatkiem zakwasu Biopan-S miękisz wykazywał jaśniejszą barwę. Pieczywo to, jak również pieczywo z dodatkiem kwasu mlekowego, charakteryzowało się słabo wyczuwalnym zapachem kwasowym, co mogło być skutkiem niskiej kwasowości wytworzonego ciasta. Brandt [3] wykazał, że podczas suszenia zakwasów część lotnych składników zapachu wyparowuje, pogarszając w efekcie aromat pieczywa, która to cecha oprócz wyglądu i świeżości decyduje o zakupie pieczywa przez konsumenta [5].

Zastosowanie zakwasów piekarskich takich, jak Uldo Sauer pozwala na uzyskanie pieczywa o właściwych cechach technologicznych i sensorycznych, pomimo krótszego czasu jego produkcji, co potwierdzają również dane literaturowe [1, 9, 10, 18].

### Wnioski

1. Stosowanie do przygotowania ciasta z mąki żytniej typu 720 zakwasów piekarskich Uldo Sauer i Flintbeker Sauerteig wpłynęło na wzrost kwasowości ciasta i pieczywa w porównaniu z ciastem ukwaszonym kwasem mlekowym.
2. Pieczywo na zakwasie Uldo Sauer charakteryzowało się największą wydajnością i objętością pomimo najkrótszego czasu jego wytwarzania (fermentacja 40 min, rozrost końcowy 45 min).
3. Nie stwierdzono istotnych różnic upieku pieczywa wyprodukowanego z użyciem różnych zakwasów.
4. Pieczywo na zakwasie piekarskim Uldo Sauer cechowało się lepszymi walorami smakowo-zapachowymi.

### Literatura

- [1] Ambroziak Z. (red.): Piekarstwo – receptury, normy, porady i przepisy prawne. Wyd. ZBPP H-US „Samopomoc Chłopska”, 2002, ss. 142-144.
- [2] Arendt E. K., Ryan L. A. M., Bello F.: Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiol.*, 2007, **(24)**, 165-174.
- [3] Brandt M. J.: Sourdough products for convenient use in baking. *Food Microbiol.*, 2007, **(24)**, 161-164.
- [4] Ceglińska A.: Stosowane technologie wypieku pieczywa a jakość mąki. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2004, **9**, 28-30.
- [5] de Vuyst L, Neysens P.: Kinetics and modelling of sourdough lactic acid bacteria. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005, **16**, 95-103.
- [6] de Vuyst L, Neysens P.: The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005, **(16)**, 43-56.
- [7] Decock P., Cappelle S.: Bread technology and sourdough technology. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005, **1**, 113-120.
- [8] Diowksz A., Włodarczyk M.: Jednofazowy proces fermentacji zakwasów piekarskich i możliwości jego automatyzacji przez zastosowanie fermentora. *Przegl. Piek. Cuk.*, 1999, **3**, 8-9, 11.
- [9] Dziugan P.: Produkcja chleba na zakwasach. *Cuk. Piek.*, 2006, **6 (10)**, 38-40.

- [10] Hansen A., Schieberle P.: Generation of aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundamental aspects. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005, **16**, 85-94.
- [11] Jakubczyk T., Haber T.: Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW, Warszawa 1983.
- [12] Kowalski S.: Zakwasy piekarskie. *Cuk. Piek.*, 2005, 9 (9), 28-31.
- [13] PN-86/A-74032. Przetwory zbożowe. Mąka żytnia.
- [14] PN-ISO 3093/AK:1996. Zboża – oznaczanie liczby opadania.
- [15] PN-ISO 7973:2001. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – oznaczanie lepkości mąki. Metoda z zastosowaniem amylografu.
- [16] Rothkaehl J.: Ocena stopnia aktywności alfa-amylazy przy zastosowaniu amylografu. *Biuletyn Centralnego Laboratorium Technologii Przetwórstwa i Przechowywania Zbóż w Warszawie*. Nr 84, 2000 r., rok 33. Dodatek do „Przeglądu Zbożowo – Młynarskiego”.
- [17] Słowik E.: Właściwości technologiczne i metody oceny żyta. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2005, **3 (53)**, 6-9.
- [18] S.-ur-Rehman, Paterson A., Piggott J. R.: Flavour in sourdough breads: review. *Trends Food Sci. Technol.*, 2006, **17**, 557-566.
- [19] Staszewska E., Janik M.: Zastosowanie kultur starterowych w piekarstwie. *Przegl. Piek. Cuk.*, 1993, **10**, 8-9.
- [20] Staszewska E., Piesiewicz H.: Kierowanie procesem fermentacji i kształtowanie smaku chleba. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 2005, **12 (53)**, 2-5.
- [21] Staszewska E., Piesiewicz H.: Tradycyjne wytwarzanie ciast żytnich i mieszanych (cz. I). *Przegl. Piek. i Cuk.*, 2005, **11 (53)**, 8-12.

#### QUALITY OF RYE BREAD WITH LEAVENS ADDED

##### S u m m a r y

The objective of this study was to compare the quality of rye breads made of dough obtained using a one-phase method, and by applying various baking leavens.

The analysis of physical-chemical parameters (moisture content, acidity, protein content, falling number, and amylolytic properties) of the rye flour used, its type being 720, was performed using the methods generally applied in the grain milling laboratories. The dough yield and acidity of the dough were also determined. The dough was 35 minutes baked, at a temperature of 230 °C. Twelve hours after the baking process accomplished, the acidity and volume of bread, expressed per 100 g of bread, were measured, and the yield and baking loss were calculated. An sensory assessment was performed, too.

On the basis of the sensory assessment and the values of physical-chemical factors, it was proved that the baking properties of rye flour, its type being 720, were accurate.

The addition of water in the dough developed depended on the baking leaven, therefore, the yields of the doughs varied. Comparing with the dough acidified using a lactic acid (control sample), the yield of the dough with a leaven added in the form of paste (Uldo Sauer) was by 15 % higher. The acidity of the doughs developed was also different, and the dough with Uldo Sauer leaven had the highest acidity. The bread produced using the pasted Uldo Sauer leaven showed the highest yield and volume. The bread made using Flintbeker Sauerteig leaven showed the lowest baking loss. The application of leavens caused the acidity of crumb bread to grow, and this fact favourably impacted the sensory assessment.

Based on the study results, it was confirmed that the leavens had a favourable effect on the yield and volume of bread, thus, on the improvement in the bread crumb. The bread baked using the Uldo Sauer leaven was characterized by the best taste and smell values.

**Key words:** rye bread, baking leaven, one-phase method ☒

EWA SIEMIANOWSKA, KRYSZYNA A. SKIBNIEWSKA, JÓZEF TYBURSKI,  
KATARZYNA MAJEWSKA, ANNETTE MEYER-WIENEKE,  
CHRISTINE HEISTERMANN

## ZAWARTOŚĆ BŁONNIKA POKARMOWEGO I KWASU FITYNOWEGO W CHLEBIE ORKISZOWYM W ZALEŻNOŚCI OD ODMIANY PSZENICY

### Streszczenie

W diecie Polaków chleb jest głównym źródłem błonnika, który wraz z kwasem fitynowym jest uznawany za składnik pożywienia upośledzający przyswajanie składników mineralnych. Celem pracy było określenie zależności zawartości błonnika pokarmowego i kwasu fitynowego w chlebie od odmiany pszenicy, z której otrzymano mąkę użytą do wypieku.

Analizie poddano chleby biały i sitkowy, wypieczone z mąki otrzymanej z ziarna 7 odmian pszenicy orkisz i 1 odmiany pszenicy zwyczajnej. Oznaczono w nich zawartość całkowitą błonnika, frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej oraz kwasu fitynowego. W chlebie orkiszowym jasnym zawartość błonnika pokarmowego (4,65 - 6,52 % s.m.) i kwasu fitynowego (0,01 - 0,02 mg·g<sup>-1</sup>) nie zależała od odmiany pszenicy, z której mąkę użyto do wypieku. Chleb orkiszowy sitkowy zawierał, w zależności od odmiany pszenicy, z której otrzymano mąkę, statystycznie istotne różne ilości błonnika całkowitego (9,55 - 11,63 % s.m.), jego frakcji nierozpuszczalnej i kwasu fitynowego (2,18 - 5,94 mg·g<sup>-1</sup>). Zawartość frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego nie zależała od odmiany pszenicy, z której wyprodukowano mąkę użytą do wypieku chleba sitkowego. Chleb orkiszowy okazał się lepszym źródłem błonnika pokarmowego niż chleb wypieczony z mąki pszenicy zwyczajnej.

**Słowa kluczowe:** chleb, błonnik pokarmowy, kwas fitynowy, orkisz

### Wprowadzenie

Produkty zbożowe, w tym chleb, odgrywają szczególną rolę w diecie Polaków [10, 25, 26]. Pieczywo, zwłaszcza wypieczone z mąki uzyskanej z całego ziarna, za-

---

*Mgr inż. E. Siemianowska, dr hab. K.A. Skibniewska, prof. UWM, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, dr hab. K. Majewska, prof. UWM, Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydz. Nauki o Żywności, Pl. Cieszyński 1, dr hab. J. Tyburski, prof. UWM, Katedra Systemów Rolniczych, Wydz. Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Pl. Łódzki 3, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 10-726 Olsztyn, A. Meyer-Wieneke, C. Heistermann, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel Institut für Biochemie von Getreide und Kartoffeln, Schützenberg 12, 32756 Detmold, Germany*

wiera wiele cennych składników odżywczych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka, m.in.: białka, tłuszczy, składniki mineralne, witaminy, a także antyoksydanty [13, 25, 27, 28]. Ze względu na duże spożycie, pieczywo jest źródłem ok. 40 % magnezu i miedzi, ok. 60 % manganu, 30 % żelaza i cynku w diecie [10, 25].

W poszukiwaniu nowych surowców i technologii produkcji pieczywa zwrócono uwagę na orkisz, jeden z najstarszych podgatunków pszenicy. Pszenicę orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) znano już ok. 7 tys. lat p.n.e. i powszechnie uprawiano w starożytnej i średniowiecznej Europie [12, 30]. Pomimo, że do XX w. orkisz należał do najważniejszych zbóż uprawianych w Europie, w Polsce było niewielkie zainteresowanie rolników tym zbożem. Dopiero 15 - 20 lat temu ponownie odkryto zalety orkiszu tj. właściwości odżywcze i prozdrowotne [1, 6, 11, 17-20, 31]. Od lat 90. XX w. w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie trwają prace nad technologią uprawy orkiszu w Polsce.

Produkty zbożowe, przede wszystkim chleb, są w diecie głównym źródłem błonnika, który wraz z kwasem fitynowym uznano za czynnik ograniczający wykorzystanie przez organizm składników mineralnych z pożywienia. W piśmiennictwie europejskim jest niewiele informacji dotyczących zawartości błonnika pokarmowego i kwasu fitynowego w chlebie wypieczonym z ziarna pszenicy odmiany orkisz, natomiast w krajowym nie ma ich wcale. Dane te powinny być brane pod uwagę podczas oceny odmiany pszenicy rekomendowanej do uprawy w Polsce.

Celem pracy było określenie zależności zawartości błonnika pokarmowego i kwasu fitynowego w chlebie od odmiany pszenicy, z której ziarna otrzymano mąkę użytą do wypieku.

### **Material i metody badań**

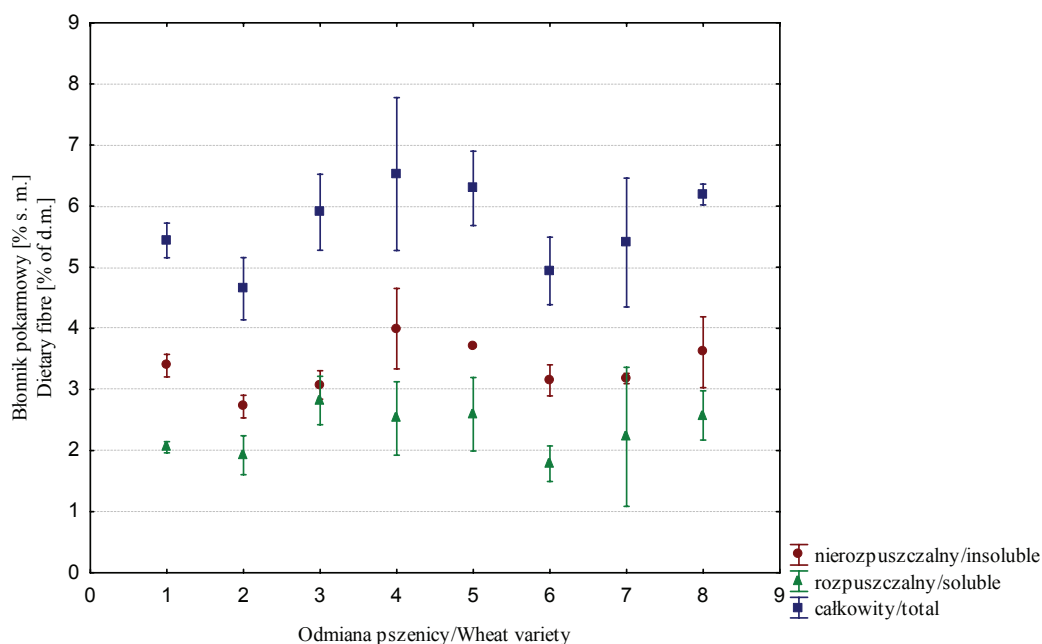
Materiałem do badań były chleby jasny i sitkowy wypieczone z mąki otrzymanej z ziarna 7 odmian pszenicy orkisz ozimy (*Triticum spelta* L.), takich jak: Holstenkorn (oznaczona na rysunkach numerem 2), Franckenkorn (3), Oberkulmer (4), Ostro (5), Schwabenspelz (6), Schwabenkorn (7), Ceralio (8) oraz z mąki otrzymanej z ziarna pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L) odmiany Korweta (1). Ziarno, uzyskane z doświadczenia realizowanego w ramach grantu KBN nr 2PO6R03127 w 2005 r., przemielono w młynie laboratoryjnym Quadrumat Junior firmy Brabender, wyposażonym w odsiewacz cylindryczny opięty sitem 70GG (PE 236  $\mu$ m). Otrzymano dwa rodzaje mąki: jasną oraz sitkową. Metodykę wypieku chleba opisała Majewska i wsp. [18]. Połowę miększu 200 g bochenka chleba suszono, mielono w młynku laboratoryjnym WŻ1 (Sadkiewicz Instruments, Bydgoszcz) i przechowywano w temperaturze pokojowej do czasu wykonania analizy.

Zawartość błonnika pokarmowego i kwasu fitynowego oznaczano w akredytowanym laboratorium Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel – BfEL, Institut für Biochemie von Getreide und Kartoffeln, Detmold, Germany, wg obowiązujących niemieckich norm [2, 3]. Metoda oznaczania błonnika pokarmowego polega na inkubacji próbki chleba z dodatkiem enzymów, kolejno amylazy, proteazy i amyloglukozydazy. Ilość frakcji nierozpuszczalnej błonnika oznaczano ważąc pozostałość po filtracji, natomiast frakcję rozpuszczalną błonnika pozyskiwano po wysuszeniu filtratu. Kwas fitynowy oznaczano po jego wytrąceniu z filtratu w postaci kompleksu z jonami żelaza(III), następnie przeprowadzeniu w osad wodorotlenku żelaza, rozpuszczeniu w 3,2 M kwasie azotowym(V) i oznaczeniu jonów żelaza w postaci barwnego kompleksu rodankowego metodą kolorymetryczną. Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach. Suchą masę oznaczano zgodnie z PN-A-74108.

Analizę statystyczną wyników wykonano z użyciem programu Statistica 8.0, obliczając rozsądną istotną różnicę (RIR) testem Tukey'a.

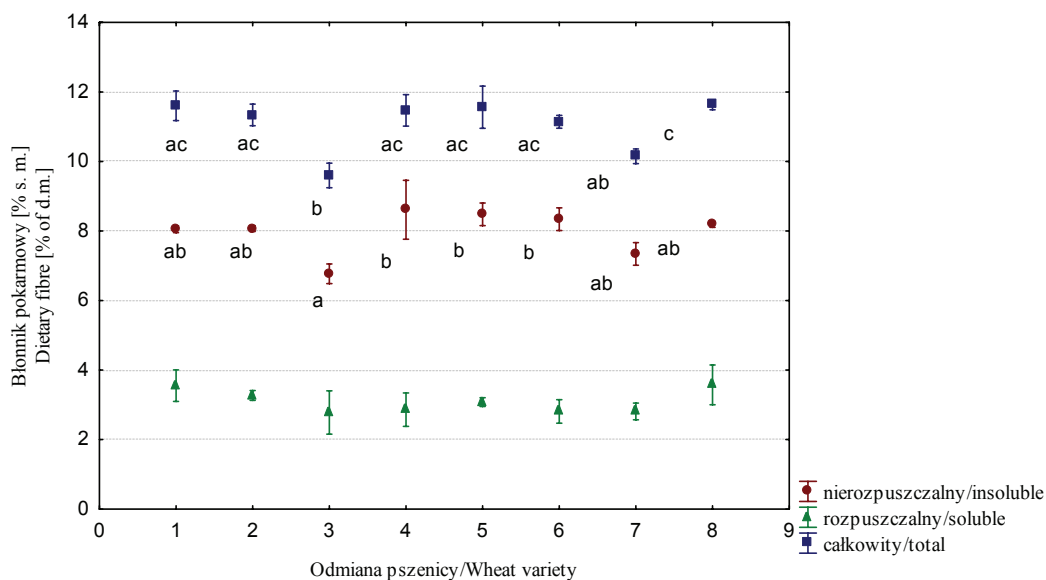
## Wyniki i dyskusja

Zawartość błonnika pokarmowego całkowitego, frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej w suchej masie chleba wypieczonego z mąki różnych odmian pszenicy przedstawiono na rys. 1 i 2.



Rys. 1. Zawartość błonnika pokarmowego w chlebie jasnym [% s.m.].

Fig. 1. Content of dietary fibre in white bread [% of d.m.].



Wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotne ( $P < 0,05$ ).  
 Mean values denoted by different letters are statistically significant ( $P < 0.05$ ).

Rys. 2. Zawartość błonnika pokarmowego w chlebie sitkowym [% s.m.].

Fig. 2. Content of dietary fibre in brown bread [% of d.m.].

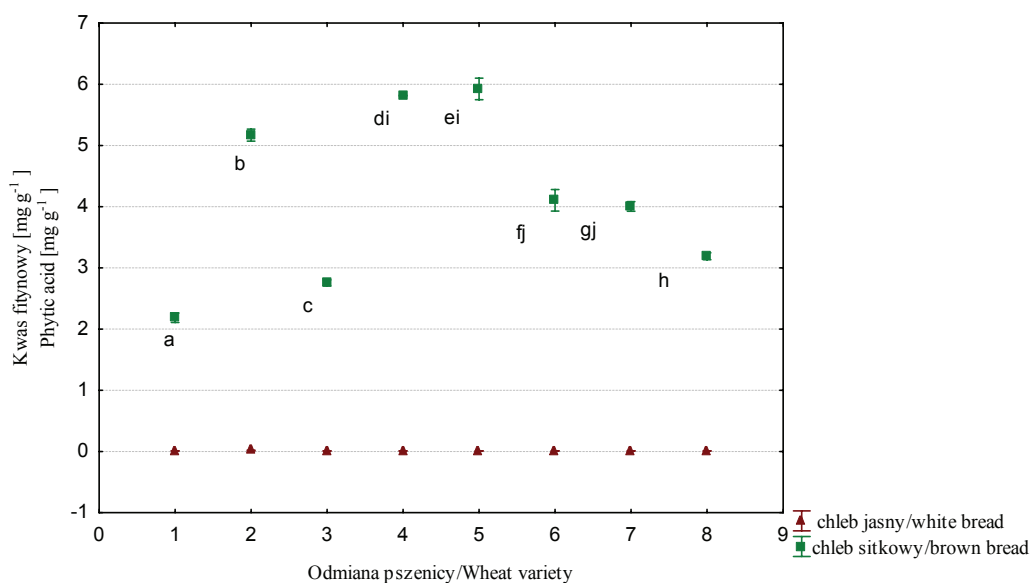
Zawartość błonnika całkowitego w chlebie wypieczonym z mąki otrzymanej z ziarna pszenicy orkisz wynosiła 4,65 - 6,52 % s.m. w chlebie jasnym i 9,55 - 11,63 % w chlebie sitkowym. W chlebie wypieczonym z mąki otrzymanej z ziarna pszenicy zwyczajnej wartości te wyniosły odpowiednio 5,44 % s.m. w chlebie jasnym i 11,60 % s.m. w chlebie sitkowym. W chlebie orkiszowym sitkowym wykazano statystycznie istotne różnice między zawartością frakcji nierozpuszczalnej błonnika i zawartością błonnika całkowitego oraz zawartością a odmianą pszenicy. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic między zawartością frakcji rozpuszczalnej błonnika w chlebie a odmianą pszenicy.

Badane próbki chleba orkiszowego zawierały więcej błonnika pokarmowego w porównaniu z wartościami podawanymi w „Tabelach wartości odżywczej produktów spożywczych” [15] dla pieczywa psennego. Zawartość błonnika pokarmowego i jego poszczególnych frakcji w chlebie wypieczonym z mąki orkiszowej była także znacznie większa w porównaniu z wartościami oszacowanymi w chlebie psennym dostępnym na rynku niemieckim [29]. Według Borawskiej i wsp. [4] średnia zawartość błonnika pokarmowego całkowitego w polskim pieczywie psennym wynosiła od 3,09 do 8,41 g 100 g<sup>-1</sup>.



W latach 1998 - 2005 stwierdzono zmniejszenie zawartości błonnika pokarmowego z 2,0 - 5,4 g 100 g<sup>-1</sup> do 1,8 - 6,7 g 100 g<sup>-1</sup> w większości rodzajów pieczywa pszennego [11]. Z danych dotyczących spożycia błonnika pokarmowego wynika, że z zalecanych 30 g dziennie, zarówno w Europie, jak i USA, spożywa się zaledwie 15 - 20 g błonnika [22, 29]. Spożycie błonnika pokarmowego na odpowiednim poziomie, ze względu na jego właściwości prozdrowotne, ma duże znaczenie w profilaktyce chorób [5, 10, 14]. Wg Ceglińskiej [7], pszenica jest uboższym źródłem błonnika pokarmowego niż inne zboża, przy czym najbardziej popularny w Polsce pszenno-żytni chleb baltonowski zawiera zaledwie 4,7 g błonnika w 100 g. Ziarno jęczmienia zawiera aż 7-krotnie więcej błonnika niż ziarno pszenicy, ziarno ryżu zaś 5-krotnie [23]. Również Rzedzicki i Wirkijowska [24] potwierdzili wysoką zawartość błonnika pokarmowego w jęczmieniu i jego produktach.

W analizowanych próbkach chleba wykazano większą zawartość frakcji nierozpuszczalnej błonnika w stosunku do frakcji rozpuszczalnej, przy czym różnica ta była bardziej widoczna w chlebie sitkowym. Podobne wyniki uzyskali Lebedzińska i wsp. [16].



Wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotne ( $P < 0,05$ )  
 Mean values denoted by different letters are statistically significant ( $P < 0,05$ )

Rys. 3. Zawartość kwasu fitynowego w chlebie [mg g<sup>-1</sup>].  
 Fig. 3. Content of phytic acid in bread [mg g<sup>-1</sup>].

W analizowanych próbach oznaczono różną zawartość kwasu fitynowego (rys. 3). Chleb jasny zawierał niewielkie, bliskie zeru, ilości kwasu fitynowego (0,01 - 0,02 mg g<sup>-1</sup>). Jego zawartość w chlebie sitkowym była znacznie większa i wynosiła średnio 4,37 mg g<sup>-1</sup> w chlebie wypieczonym z mąki otrzymanej z ziarna pszenicy orkisz i 2,18 mg g<sup>-1</sup> w chlebie wypieczonym z mąki otrzymanej z ziarna pszenicy zwyczajnej. W analizie statystycznej wykazano istotne różnice między zawartością kwasu fitynowego w chlebie sitkowym a odmianą pszenicy (rys. 3).

Uzyskane wyniki były znacznie niższe od oznaczonych przez Fretzdoff [8] oraz Fretzdoff i Weiperta [9], wg których zawartość kwasu fitynowego w ziarnie pszenicy orkisz wyniosła średnio 13,6 mg g<sup>-1</sup>. Inne gatunki zbóż zawierały w ziarnie następujące ilości kwasu fitynowego: żyto – 8,18, pszenica – 11,8, proso – 7,6 mg g<sup>-1</sup>.

### Wnioski

1. Zawartość błonnika pokarmowego i kwasu fitynowego w chlebie orkiszowym jasnym nie zależała od odmiany pszenicy, z której ziarna otrzymano mąkę do wypieku.
2. Chleb orkiszowy sitkowy zawierał, w zależności od odmiany, statystycznie istotne różne ilości błonnika całkowitego, jego frakcji nierozpuszczalnej i kwasu fitynowego. Zawartość frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego nie zależała od odmiany pszenicy, z której ziarna otrzymano mąkę do wypieku chleba ciemnego.
3. Chleb orkiszowy okazał się lepszym źródłem błonnika pokarmowego niż chleb wypieczony z mąki otrzymanej z ziarna pszenicy zwyczajnej.

*Badania finansowano w ramach projektu badawczego promotorskiego nr N N312 253535. Pracę prezentowano podczas obrad XII Ogólnopolskiej Sesji Naukowej Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ „Jakość i prozdrowotne cechy żywności”, Lublin, 23 – 24 maja 2007 r.*

### Literatura

- [1] Abdel-Aal E.-S., Hucl P., Sosulski F.W., Bhirud P.R.: Kernel, milling and baking properties of spring-type spelt and einkorn wheats. *J. Cereal Sci.*, 1997, **26**, 363-370.
- [2] AID-Verbraucherdienst: Phytinsäure in Getreidenährmittel und Backwaren, *Zeitschrift für Fach-, Lehr-, und Beratungskräfte im Bereich Ernährung*, 1993, **38** (1).
- [3] ANON: Bestimmung der Ballaststoffe in Lebensmittel. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG L 00.00-18. Beuth Verlag. Berlin 1997.
- [4] Borawska M., Omieljaniuk N., Markiewicz R., Witkowska A.: Zawartość błonnika pokarmowego całkowitego w wybranym pieczywie. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1995, **28** (1), 25-28.

- [5] Butt M.S., Tahir-Nadeem M., Khan M.K.I., Shabir R., Butt M.S.: Oat: unique among the cereals. *Eur. J. Nutr.*, 2008, **47**, 68-67.
- [6] Capouchová I., Petr J.: Technological quality of Spelt from ecological growing, ICC Conference 2002 Novel Raw Materials, Technologies And Products - New Challenge For The Quality Control., Budapest, Hungary, May 26-29, 2002, Posters, 68-72.
- [7] Ceglińska A.: Zbożopochodne produkty u progu XXI wieku. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2002, **50 (5)**, 19-22.
- [8] Fretzdorff B.: Phytinsäure in Getreidenährmitteln und Backwaren. *AID-Verbraucherdienst*, 1993, **38 (1)**, 3-11.
- [9] Fretzdorff B., Weipert D.: Phytinsäure in Getreide und Getreideerzeugnissen. *Z Lebensm Unters Forsch*, 1986, **182**, 287-293.
- [10] Gawęcki J., Hryniewiecki L.: *Żywność człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*. PWN, Warszawa 1998.
- [11] Gubała W., Kownacki J.: Ponowne odkrywanie walorów orkisz. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2003, **10**, 14.
- [12] Kalinowska-Zdun M.: Renesans pszenicy orkisz. *Przeg. Piek. Cuk.*, 2005, **2**, 4-5.
- [13] Koh-Banerjee P., Rimm E.B.: Whole grain consumption and weight gain: a review of the epidemiological evidence, potential mechanisms and opportunities for future research. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2003, **62**, 25-29.
- [14] Kristensen M. B., Tetens I., Jorgensen A.B.A., Thomsen A.D., Milman N., Hels O., Sandstrom B., Hansen M.: A decrease in iron status in young healthy women after long-term daily consumption of the recommended intake of fibre-rich wheat bread. *Eur J Nutr.*, 2005, **44**, 334-340.
- [15] Kunachowicz H., Nadolna i., Iwanow K.: *Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych*. Wyd. IZZ, Warszawa 1998.
- [16] Lebedzińska A., Szperra J., Szczyпки J., Szefer P.: Wpływ procesów technologicznych na wartość odżywczą i jakość pieczywa wypieczonego z mąki pełnoziarnistej. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2005, **53 (3)**, 10-13.
- [17] Léder I., Czukur B., Adányi-Kisbocskói N., Baráth A., Daoud H., Beczner J.: Study of composition and food industrial use of ancient Spelt wheat in Hungary. ICC Conference 2002 - Novel Raw Materials, Technologies And Products - New Challenge For The Quality Control, Hungary, Budapest, May 26-29, 2002, Posters, 93-98.
- [18] Majewska K., Dąbkowska E., Żuk-Gołaszewska K., Tyburski J.: Wartość wypiekowa mąki otrzymanej z ziarna wybranych odmian orkisz (*Triticum spelta* L.). *Żywność. Nauka. Technologia Jakość*, 2007, **2 (51)**, 60-71.
- [19] Mielke H., Rodemann B.: Der Dinkel, eine besondere Weizenart – Anbau, Pflanzenschutz, Ernte und Verarbeitung. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.*, 2007, **59 (2)**, S. 40-45.
- [20] Morduý J., Dvořáček V.: Chemical composition of grain of different spelt (*Triticum spelta* L.) varieties, *Rostlinna Výroba*, 1999, **45 (12)**, 533-538.
- [21] Paczkowska M., Kunachowicz H.: Zmiana zawartości błonnika pokarmowego w pieczywie i jej wpływ na poziom tego składnika w wybranych dietach. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, **32 (1/1)**, 295-300.
- [22] Paczkowska M., Kunachowicz H., Rutkowska U.: Jakość zdrowotna krajowych racji pokarmowych – Badania analityczne i ocena teoretyczna. Cz. IV. Błonnik pokarmowy. *Żyw. Człow. Metab.*, 2000, **27 (1)**, 12-19.
- [23] Ragaee S., Abdel-Aal El-Sayed M., Noaman M.: Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chem.*, 2006, **98**, 32-38.
- [24] Rzedzicki Z., Wirkijowska A.: Charakterystyka składu chemicznego przetworów jęczmiennych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **1 (56)**, 52-64.

- [25] Skibniewska K.A., Łegas-Bonk A., Smoczyński S.S.: Badanie spożycia wybranych składników mineralnych z pieczywem przez mieszkańców Olsztyna. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2003, **Supl.**, 225-228.
- [26] Skibniewska K.A., Siemianowska E., Lubak J. Kowalski I.M.: Pobranie wybranych składników odżywczych z pieczywem przez mieszkańców Olsztyna. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2006. **Supl.**, 607-609.
- [27] Slavin J.: Why whole grains are protective: biological mechanisms. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2003, **62**, 129-134.
- [28] Slavin J, Whole grains and human health. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2004, **17**, 000-000.
- [29] Trepel F., Ballaststoffe: Mehr als ein Diatmittel. *Wien Klin Wochenschr*, 2004, **116/14**, 465-476.
- [30] Tyburski J., Babalski M.: *Uprawa pszenicy orkisz*. ISBN, Radom 2006.
- [31] Zieliński H., Michalska A.: Bioactive compounds in spelt bread. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, **226**, 537-544.

#### CONTENT OF DIETARY FIBRE AND PHYTIC ACID IN SPELT BREAD DEPENDING ON WHEAT VARIETY

##### Summary

In the diet of Poles, bread is a main source of dietary fibre, and together with the phytic acid, they are regarded as components deteriorating the assimilability of mineral elements. The objective of the study was to determine the dependence between the content of dietary fibre and phytic acid in bread and the wheat variety that was used to make flour for bread to be baked.

White and brown breads were analyzed; they were baked of flour produced from grains of 7 spelt wheat varieties and of 1 common wheat variety. In the breads studied, total fibre, its soluble and insoluble fractions, and phytic acid content were determined. In the white spelt bread, the content of total dietary fibre (4.65 - 6.52 % of dry mass) and phytic acid (0.01 - 0.02 mg·g<sup>-1</sup>) did not depend on the wheat variety used to make flour for the breads baked and investigated. Depending on the wheat variety, amounts of total fibre (9.55 - 11.63 % of dry mass) and its insoluble fraction, and of phytic acid (2.18 - 5.94 mg·g<sup>-1</sup>) statistically significantly varied in the brown spelt breads investigated. The content of soluble dietary fibre fraction did not depend on the wheat variety of flour used to bake brown breads. The spelt bread appeared to be the best source of dietary fibre than the bread baked of common wheat flour.

**Key words:** bread, dietary fibre, phytic acid, spelt ☒

ANNA DIOWKSZ, DANUTA SUCHARZEWSKA, WOJCIECH AMBROZIAK

## ROLA BŁONNIKA POKARMOWEGO W KSZTAŁTOWANIU CECH FUNKCJONALNYCH CIASTA I CHLEBA BEZGLUTENOWEGO

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu suplementacji chleba bezglutenowego preparatami błonnikowymi różnego pochodzenia, wprowadzanymi w postaci past, na właściwości reologiczne ciasta bezglutenowego oraz objętość i porowatość miękiszu chleba. Receptury na próbne wypieki chleba bezglutenowego opracowano tak, aby zwiększyć zawartość błonnika pokarmowego i białka do wartości typowych dla chleba pszeno-żytniego i żytniego. Podstawową mieszankę receptury (80 %) stanowiły skrobie: pszenna, kukurydziana, ziemniaczana oraz mąka kukurydziana. Pozostałe 20 % stanowiły mieszanki preparatów błonnikowych, mąki sojowej i gumy guar. Jako preparaty błonnikowe zastosowano błonnik sojowy lub łubinowy, pektynę i inulinę. Preparaty błonnikowe (15 %) mieszano z mąką sojową (4 %) i gumą guar (1 %), a następnie poddawano hydratacji do konsystencji pasty i w takiej postaci dodawano do ciasta. Pomiarów reologicznych past i ciast dokonano za pomocą analizatora tekstury TA.XT plus. Ciasta poddano fermentacji z udziałem drożdży piekarskich w ciągu 40 min. Chleb wypiekano w temperaturze 200 °C w ciągu 40 min. Pomiar objętości chleba bezglutenowego wykonano zgodnie z zaleceniami odnośnych norm. Pasty różniły się znacznie pod względem twardości w zależności od źródła pochodzenia błonnika. Najmniejszą twardość wykazywała pasta zawierająca błonnik łubinowy z dodatkiem inuliny. Stwierdzono, że dodatek inuliny do błonnika łubinowego w znacznym stopniu wpłynął na właściwości reologiczne mieszaniny. Pomiar przylepności i adhezji potwierdziły korzystny wpływ błonnika łubinowego na właściwości reologiczne ciast. Najniżej oceniono ciasto z udziałem błonnika sojowego i inuliny. Najkorzystniej na objętość chleba bezglutenowego wpłynęła suplementacja pastą sporządzoną z udziałem błonnika łubinowego.

**Słowa kluczowe:** pieczywo bezglutenowe, błonnik pokarmowy, właściwości reologiczne

### Wprowadzenie

Podstawowym składnikiem codziennej diety są wyroby piekarskie, głównie chleb, które w przypadku chorych na celiakię muszą spełniać kryterium bezglutenowości. Z badań naukowych wynika, że chleb bezglutenowy na ogół różni się na niekorzyść od konwencjonalnego pieczywa pod względem walorów sensorycznych i ma

---

*Dr inż. A. Diowks, prof. dr hab. inż. W. Ambroziak, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, ul. Wólczańska 171/173, dr inż. D. Sucharzewska, Instytut Chemicznej Technologii Żywności, ul. Stefanowskiego 4/10, Wydz. Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, 90-924 Łódź*

niższą wartość żywieniową w stosunku do wypiekanego z tradycyjnych zbóż chlebowych [8, 14, 15].

Produkcja pieczywa bezglutenowego stwarza wiele problemów technologicznych. Jednym z nich jest uzyskanie cech reologicznych pozwalających na prawidłowe formowanie kęsów oraz uzyskanie odpowiedniej jakości wyrobu gotowego [25]. Ciasto bezglutenowe jest mało spoiste i niesprężyste. Po przekroczeniu granicy sprężystości wykazuje cechy układu lepkosprężystego lub płynu. W przypadku małej sprężystości ciasta bardzo istotna jest jego lepkość. Niedostateczna lepkość może, podobnie jak niewłaściwa sprężystość lub jej brak, utrudniać formowanie oraz powodować niedostateczne spulchnienie ciasta. Dlatego w przypadku produkcji chleba bezglutenowego konieczne jest stosowanie substancji zwiększających lepkość ciasta [5, 21].

Zdolność zatrzymywania gazów w fermentującym cieście oraz porowatość miększu chleba zależą od właściwości powierzchniowo czynnych rodzimych składników mąki, zwłaszcza białek. Zjawisko to polega na ustabilizowaniu powierzchni granicznej fazy ciekłej (ciasto) i gazowej (wnętrze pęcherzyka gazu) wskutek adsorpcji i reorganizacji przestrzennej cząsteczek białkowych na granicy faz, czemu towarzyszy obniżenie napięcia powierzchniowego oraz zmiana właściwości reologicznych warstwy granicznej [13].

W przypadku pieczywa bezglutenowego niezmiernie trudno jest uzyskać efekt charakterystyczny dla tradycyjnego pieczywa, a zawdzięczany właściwościom białek glutenowych. Korzystnie na kształtowanie struktury ciasta i wyrobu gotowego może wpłynąć dodanie błonnika pokarmowego w postaci pasty błonnikowo-białkowej. Niektóre składniki błonnika pokarmowego w układzie z białkiem roślinnym i skrobią powodują wzrost lepkości mieszaniny, pełniąc funkcje zagęszczającą i strukturotwórczą ciasta, co jest bardzo przydatne w technologii piekarstwa.

Jednocześnie suplementacja pieczywa bezglutenowego w błonnik pokarmowy ma ważne znaczenie fizjologiczne dla konsumenta. Znane jest od dawna korzystne działanie błonnika pokarmowego na organizm człowieka, jak i skutki jego niedoboru, co powoduje, że należy on do bardzo ważnych składników prawidłowo skomponowanej diety [22, 24]. Z danych literaturowych wynika natomiast, że problem niedoboru błonnika pokarmowego obejmuje także osoby będące na diecie bezglutenowej [6, 7].

Coraz więcej danych literaturowych potwierdza, że dieta bogata w błonnik pokarmowy skutecznie obniża ryzyko zachorowania na choroby krążenia, cukrzycę, raka jelita grubego [3, 9]. Dzięki prebiotycznemu działaniu błonnik zmniejsza częstotliwość występowania biegunek, a w przypadku ich wystąpienia zapobiega odwodnieniu. Stwierdzono także jego skuteczność w leczeniu zespołu jelita drażliwego. Obserwacje kliniczne osób pozostających na diecie bezglutenowej wskazują na potrzebę suplementacji chleba błonnikiem pokarmowym, w którego strukturze występują składniki o różnych właściwościach funkcjonalnych [4]. Szczególną rolę fizjologiczną przypisu-

je się tu frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego [11]. Wykazano, że błonnikowi pokarmowemu zawierającemu frakcję rozpuszczalną towarzyszy szereg bioaktywnych związków, które korzystnie oddziałują na zdrowie człowieka. Substancje te są dobrą pożywką do rozwoju bakterii kwasu mlekowego, stymulując rozwój probiotycznej flory jelitowej i tym samym zmniejszając ryzyko powstawania uchyłków jelita grubego, obniżają także poziom frakcji LDL cholesterolu we krwi [16].

Obecnie wzbogacanie tradycyjnego pieczywa, wyrobów ciastkarskich, produktów zbożowych (np. makaronów) w ten niezbędny składnik żywności nie jest żadną nowością [5, 17, 27]. Jednocześnie sugeruje się [1, 2], że także preparaty błonnikowe do wzbogacania chleba bezglutenowego powinny charakteryzować się udziałem frakcji błonnika rozpuszczalnego.

Głównym źródłem błonnika pokarmowego w diecie są przetwory zbożowe, w większości wykluczone w diecie bezglutenowej [26]. Stąd celowe wydaje się opracowywanie receptur pozwalających na produkcję żywności wysokobłonnikowej spełniającej kryterium bezglutenowości [14].

Celem pracy było określenie wpływu suplementacji chleba bezglutenowego pastami błonnikowymi o różnym składzie na właściwości reologiczne ciasta bezglutenowego oraz objętość i porowatość miękiszu chleba.

### **Material i metody badań**

Podstawową mieszankę receptury (80 %) stanowiły skrobie: pszenna, kukurydziana, ziemniaczana oraz mąka kukurydziana. Pozostałe 20 % stanowiły różne mieszanki preparatów błonnikowych, mąki sojowej i gumy guar. Jako preparaty błonnikowe użyto błonnika sojowego lub łubinowego (otrzymane jako produkt odpadowy z produkcji mleka sojowego firmy Polgrunt, wysuszony i zmielony), pektynę jabłkową (WEJ-4, Pektowin) i inulinę (preparat „Frutafit”, Sensus). Preparaty błonnikowe (15 %) mieszano z mąką sojową (4 %) i gumą guar (1 %), a następnie poddawano hydratacji do konsystencji pasty, w proporcji fazy sypkiej do ilości dodanej wody 1 : 1,5. Skład past przedstawiono w tab. 1.

Receptury na próbne wypieki chleba bezglutenowego sporządzano w takich proporcjach, aby zwiększyć zawartość błonnika pokarmowego i białka do wartości typowych dla chleba pszenno-żytniego i żytniego (odpowiednio 5 i 6 %). Fermentację ciasta prowadzono z udziałem drożdży piekarskich w ciągu 40 min. Chleb wypiekano w temp. 200 °C w ciągu 40 min.

Pomiarów reologicznych past i ciast bezglutenowych dokonywano za pomocą analizatora tekstury System TA.XT plus. Twardość past, badaną z wykorzystaniem sondy igłowej zanurzanej w próbkach na głębokość 20 mm z szybkością 3 mm/s, wyrażano jako siłę potrzebną do przebicia się igły w głąb próbki. Przy użyciu sondy cylindrycznej, zanurzanej w próbce na głębokość 4 mm z szybkością 0,5 mm/s, spraw-



dzano przylepność past i ciast wyrażaną jako siłę potrzebną do oddzielenia przyklejonej do próbki powierzchni walca oraz badano adhezję ciast wyrażaną jako energię potrzebną do oddzielenia próbника od ciasta.

Tabela 1

Skład past błonnikowych [%].  
Composition of dietary fibre pastes [%].

Pasta / Paste	Błonnik sojowy Soya fibre	Błonnik łubinowy Lupine fibre	Pektyna Pectin	Inulina Inulin
I	85	-	-	15
II	-	85	-	15
III	90	-	-	10
IV	100	-	-	-
V	-	100	-	-
VI	80	-	15	5

Ocenę struktury miękiszu i objętość chleba bezglutenowego wykonano zgodnie z normą PN-A-74108:1996 [18].

Z otrzymanych wyników obliczano średnie arytmetyczne i odchylenia standardowe. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano przy użyciu testu t-Studenta na poziomie istotności  $p < 0,05$ .

### Wyniki i dyskusja

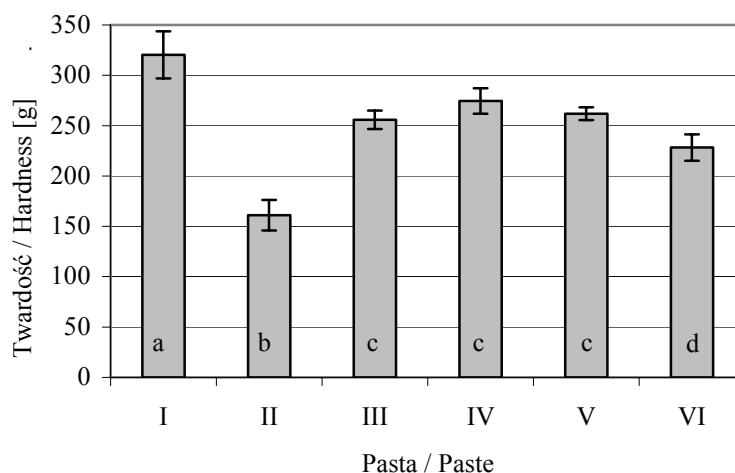
W pracy suplementowano pieczywo bezglutenowe w błonnik pokarmowy różnego pochodzenia. Odmienny skład jakościowy sporządzanych past błonnikowo-białkowych znalazł swoje odzwierciedlenie w zmianie ich cech reologicznych.

Pomimo stosowania tych samych proporcji pomiędzy fazą sypką a ilością dodanej wody obserwowano duże różnice twardości sporządzonych past (rys. 1). Spośród badanych prób wyróżniała się pasta zawierająca w swym składzie błonnik łubinowy z dodatkiem inuliny, oznaczona symbolem II, charakteryzująca się najniższą wartością tego parametru. Cechowała ją natomiast duża przylepność (rys. 2). Wprowadzenie błonnika sojowego w miejsce błonnika łubinowego (pasta I) spowodowało aż dwukrotne zwiększenie twardości pasty i istotne zmniejszenie jej przylepności. Jednocześnie pasta z dodatkiem samego błonnika łubinowego (pasta V) odbiegała znacznie swymi właściwościami od pasty zawierającej także inulinę (pasta II). Uzyskane wyniki dowiodły, że 15 % dodatek inuliny w znacznym stopniu zmienił właściwości reologiczne mieszaniny.

W literaturze opisano szereg przypadków, w których właściwości mieszanin niektórych biopolimerów mogą całkowicie różnić się od czystych składników. Synergi-



styczne oddziaływania pomiędzy różnymi polisacharydami są często wykorzystywane w przemyśle spożywczym. Zastosowanie kompozycji polisacharydów pozwala na uzyskanie nowych właściwości funkcjonalnych lub zmieniać właściwości reologiczne produktów spożywczych [10].



Objaśnienia: / Explanatory notes:

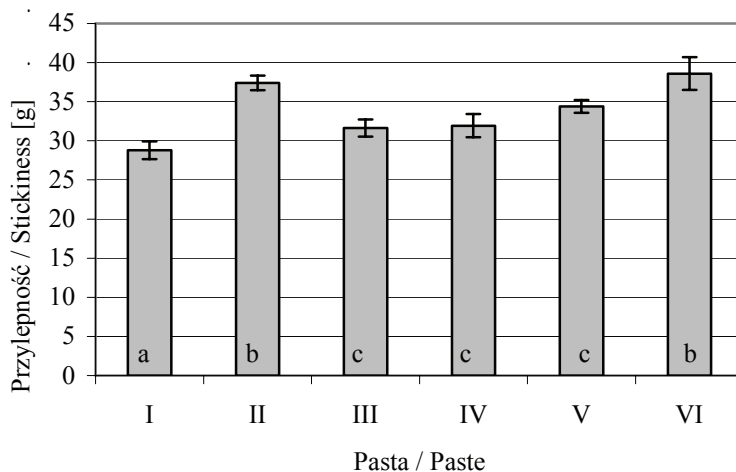
Dodatek błonnikowy: / Dietary fibre supplement: I – błonnik sojowy i inulina (85:15) / soya fibre and inulin (85:15); II - błonnik łubinowy i inulina (85:15) / lupine fibre and inulin (85:15); III - błonnik sojowy i inulina (90:10) / soya fibre and inulin (90:10); IV - błonnik sojowy / soya fibre, V – błonnik łubinowy / lupine fibre, VI - błonnik sojowy, pektyna i inulina (80:15:5) / soya fibre, pectin and inulin (80:15:5).

Wartości średnie oznaczone różnymi literami (a-d) różnią się w sposób statystycznie istotny ( $p < 0,05$ ) / Mean values designated by different letters (a-d) are statistically significantly different ( $p < 0.05$ ).

Rys. 1. Twardość past błonnikowych.

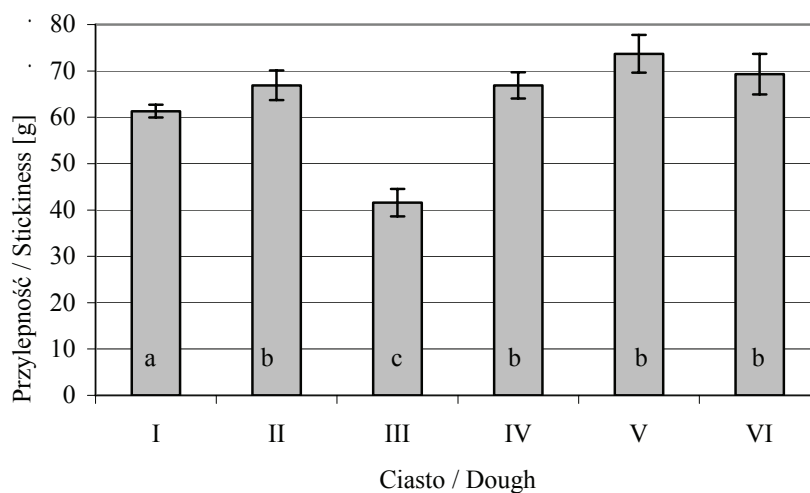
Fig. 1. Hardness of dietary fibre pastes.

Dodatkowo, w przypadku sporządzania past błonnikowo-białkowych wystąpiły oddziaływania w układzie trójskładnikowym białka – polisacharydy – woda. W zależności od proporcji mieszanych składników, struktury, masy cząsteczkowej, charakteru poszczególnych polisacharydów i białek występują odmienne właściwości mieszanin, niejednokrotnie korzystne, dotyczy to np. rozpuszczalności, lepkości, podatności na działanie enzymów, żelowania, temperaturę denaturacji. Zjawisko to tłumaczy się powstawaniem kompleksów, w wiązaniu których uczestniczą grupy polisacharydu o charakterze kwasowym oraz aldehydowym, i zjonizowanymi grupami aminowymi białka [23]. Można zatem przewidywać, że zmiany proporcji pomiędzy składnikami ciasta w kolejnych etapach produkcji pieczywa mogą w znaczący sposób wpłynąć na zachowanie mieszanin hydrokoloidów.



Wartości średnie oznaczone różnymi literami (a-c) różnią się w sposób statystycznie istotny ( $p < 0,05$ ) / Mean values designated by different letters (a-c) are statistically significantly different ( $p < 0.05$ ).  
Pozostałe objaśnienia jak do rys. 1. / All other explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 2. Przylepność past błonnikowych.  
Fig. 2. Stickiness of dietary fibre pastes.

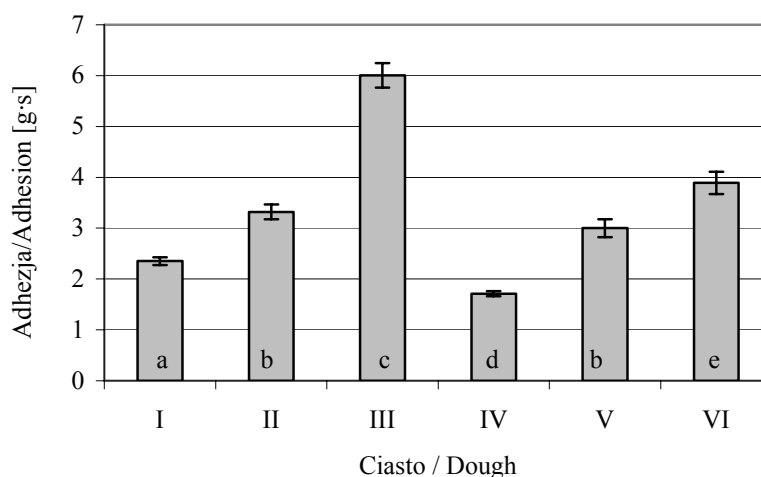


Objaśnienia jak do rys. 2. / Explanatory notes as in Fig. 2.

Rys. 3. Przylepność suplementowanych ciast bezglutenowych.  
Fig. 3. Stickiness of supplemented gluten free doughs.

W przypadku produkcji pieczywa bezglutenowego szczególnie istotna jest poprawa właściwości reologicznych półproduktu, jakim jest ciasto. Stąd istotnym celem

badawczym było określenie wpływu dodatku sporządzonych past do ciasta bezglutenowego. Dane charakteryzujące wyniki pomiarów reologicznych badanych ciast przedstawiono na rys. 3. i 4.



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

Rys. 4. Adhezia suplementowanych ciast bezglutenowych.

Fig. 4. Adhesion of supplemented gluten free doughs.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że najkorzystniejszy wpływ na właściwości reologiczne ciasta bezglutenowego wywierał błonnik łubinowy, a najlepsze cechy reologiczne wykazywało ciasto z jednoczesnym dodatkiem błonnika łubinowego i inuliny. Najniżej oceniono ciasto z udziałem błonnika sojowego i inuliny.

W tradycyjnych wyrobach piekarskich właściwości powierzchniowo czynne białek zbożowych odgrywają istotną rolę we wszystkich etapach procesu technologicznego prowadzenia ciasta i wypieku chleba [13]. W przypadku braku białek glutenowych i próbach zastąpienia ich innymi składnikami kształującymi lepkość ciasta uwidaczniają się silnie różnice w budowie i właściwościach chemicznych substytutów glutenu oddziałujących na właściwości reologiczne ciasta.

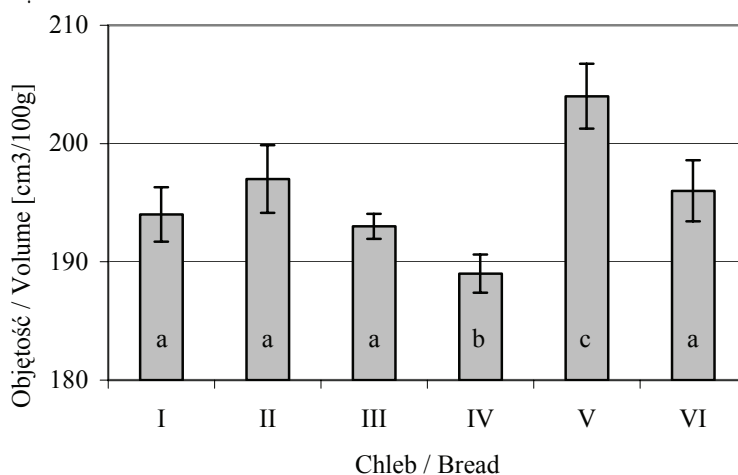
Przeprowadzone badania potwierdziły wcześniejsze obserwacje dotyczące znaczących różnic pomiędzy cechami reologicznymi ciast suplementowanych jednym rodzajem hydrokoloidu a mieszaniną dwóch lub więcej preparatów. Poprzez zastosowanie mieszanin polisacharydów można uzyskać roztwory o dużo wyższej lepkości, co nie występuje w przypadku czystych roztworów poszczególnych hydrokoloidów [10].

Wzbogacając pieczywo bezglutenowe w błonnik pokarmowy należy mieć na uwadze wpływ jego dużych zdolności absorpcyjnych na właściwości reologiczne ciasta. Dotyczy to zwłaszcza rozpuszczalnych komponentów błonnika. Związki wchodzą-

ce w skład błonnika pokarmowego wykazują bowiem różną zdolność wiązania wody. Właściwości hydratacyjne suplementu kształtują także w dużym stopniu teksturę produktu finalnego [22].

Właściwości porowatej struktury przestrzennej miększu i wynikająca z nich objętość chleba są, obok smaku i zapachu, podstawowym wyróżnikiem sensorycznym jakości pieczywa [12]. Pęcherzyki gazu zamknięte są w porowatym szkielecie miększu, utworzonym głównie ze zdenaturowanych białek i skleikowanej skrobi, a także stosowanych dodatków funkcjonalnych, szczególnie istotnych w przypadku pieczywa bezglutenowego.

Najkorzystniej na uzyskiwaną strukturę miększu i objętość chleba bezglutenowego wpłynął dodatek błonnika łubinowego (rys. 5). Podobne obserwacje dotyczyły pieczywa suplementowanego jednocześnie błonnikiem łubinowym i inuliną, jednak w tym przypadku parametr ten kształtował się na nieco niższym poziomie. Najmniejszą objętość, ze względu na zbity, o mniejszej elastyczności miększ, uzyskało pieczywo z dodatkiem błonnika sojowego.



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

Rys. 5. Objętość suplementowanych chlebów bezglutenowych.

Fig. 5. Volume of supplemented gluten free breads.

Zmiany zachodzące w układzie białkowym i węglowodanowym, a w szczególności obecność w cieście węglowodanów nieskrobiowych, wpływa na zdolność zatrzymywania i wytwarzania gazów, a tym samym na cechy jakościowe ciasta i chleba [19]. Wielkość porów miększu, grubość ścianek oraz rozmieszczenie i równomierność porów kształtują właściwości mechaniczne miększu chleba (lepkosprężystość), a te decydują także o wrażeniach kinestetycznych doznawanych podczas jego spożywania [12].

Zastosowane dodatki poprawiły wyraźnie jakość pieczywa. Miększy chleba był lekko wilgotny w dotyku, o barwie jasnokremowej i atrakcyjnych walorach smakowo-zapachowych. Pod względem sensorycznym najwyżej oceniono chleb z dodatkiem błonnika sojowego, pektyny i inuliny. Chleb ten wyróżniał się smakowitością, miał elastyczny miękisz oraz gładką jasnobrązową skórę. Stwierdzono, że to pektyna poprawia cechy sensoryczne chleba.

Należy mieć na uwadze, że zwiększenie udziału błonnika (i białek) w pieczywie bezglutenowym istotnie zmienia jego skład chemiczny, a także wartość odżywczą i energetyczną. Szczególnie cenny wydaje się wzrost zawartości białka i włókna pokarmowego, gdyż chleby bezglutenowe uznawane są za bardzo deficytowe w odniesieniu do obu tych składników, co wpływa niekorzystnie na rozwój, wzrost i funkcjonowanie chorych na celiakię, zwłaszcza dzieci [8, 15, 20].

### **Wnioski**

1. Pomiary twardości past błonnikowo-białkowych wykazały znaczne różnice wartości tego parametru w zależności od źródła pochodzenia błonnika. Najmniejszą twardością cechowała się pasta zawierająca w swym składzie błonnik łubinowy z dodatkiem inuliny. Cechowała ją także duża przylepność. Stwierdzono przy tym, że dodatek inuliny do błonnika łubinowego w znacznym stopniu zmienił właściwości reologiczne mieszaniny.
2. Badania przylepności i adhezji ciast bezglutenowych potwierdziły korzystny wpływ błonnika łubinowego na właściwości reologiczne ciasta. Najniżej oceniono ciasto z udziałem błonnika sojowego i inuliny.
3. Zastosowane dodatki poprawiły wyraźnie jakość pieczywa. Najkorzystniej na objętość chleba bezglutenowego wpłynęła suplementacja pastą sporządzoną z udziałem błonnika łubinowego.

*Badania wykonano w ramach grantu KBN 2 P06T 036 27*

### **Literatura**

- [1] Bartnikowska E.: Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka. Cz I. Przem. Spoż., 1997, **5**, 43-44.
- [2] Bartnikowska E.: Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka. Cz II. Przem. Spoż., 1997, **6**, 14-16.
- [3] Cavallero A., Empilli S., Brighenti F., Stanca A.M.: High (1-3, 1-4)- $\beta$ -glukan barley fractions in bread making and their effects on human glycemc response. J. Cer. Sci., 2002, **36**, 59-66.
- [4] Ciclitira P.J., Moodie S.J.: Transition of care between paediatric and adult gastroenterology. Coeliac disease. Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol., 2003, **17**, 181-195.
- [5] Dłużewska E., Marciniak K., Dojczew D.: Koncentraty chleba bezglutenowego z dodatkiem wybranych hydrokoloidów. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2002, **2**, 57-66.
- [6] Gallager E., Gormley T.R., Arendt E.K.: Crust and crumb characteristics of gluten free breads. J. Food Engin., 2003, **56**, 153-161.

- [7] Gallager E., Gormley T.R., Arendt E.K.: Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends Food Sci. Technol.*, 2004, **15**, 143-152.
- [8] Gambuś H., Gambuś F., Sabat R.: Próby poprawy jakości chleba bezglutenowego przez dodatek mąki z szarłat. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **2**, 99-112.
- [9] Gibson G.: Prebiotics. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.*, 2004, **18 (2)**, 287-298.
- [10] Gustaw W., Mleko S., Glibowski P.: Synergistyczne interakcje występujące pomiędzy polisacharydami w ich mieszaninach. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **3**, 5-12.
- [11] Hasik J., Dobrzańska A., Bartnikowska E.: Rola włókna roślinnego w żywieniu człowieka. PZWL, Warszawa 1997.
- [12] Kędzior Z., Pruska-Kędzior A., Golińska-Krysztofiak J.: Metody badania właściwości powierzchniowo czynnych białek zbożowych w aspekcie kształtowaniu struktury ciasta i miększu pieczywa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **3**, 17-28.
- [13] Kędzior Z., Pruska-Kędzior A., Golińska-Krysztofiak J.: Rola właściwości powierzchniowo czynnych białek zbożowych w kształtowaniu struktury ciasta i miększu pieczywa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **4**, 17-29.
- [14] Korus J., Achremowicz B.: Zastosowanie preparatów błonnikowych różnego pochodzenia jako dodatków do wypieku chlebów bezglutenowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **1**, 65-73.
- [15] Kunachowicz H., Nadolna J., Iwanow K., Rutkowska U.: Ocena wartości odżywczej wybranych produktów bezglutenowych. *Żyw. Człow. Metab.*, 1996, **23**, 99-108.
- [16] Maki K.C., Davidson M.H., Malik K.C., Albtecht H.H., O'Mullane J., Daggy B.P.: Cholesterol lowering with high-viscosity hydroxypropylmethylcellulose. *Am. J. Cardiol.*, 1999, **84**, 1198-1203.
- [17] Nadolna I., Kunachowicz H., Rutkowska U.: Wzbogacanie żywności – aktualne propozycje krajowe. *Żywność Żywnienie a Zdrowie*, 1997, **1**, 31-36.
- [18] PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- [19] Pomeranz Y., Shorgen M.D., Finney K.F., Bechtel D.B.: Fiber in breadmaking – effects on functional properties. *Cereal Chem.*, 1977, **1 (54)**, 25-41.
- [20] Ranhotra G.S., Loewe R.J., Puyat L.V.: Preparation and evaluation of soy-fortified gluten free bread. *J. Food Sci.*, 1975, **40**, 62-64.
- [21] Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B.: Hydrokoloidy – substancje dodatkowe i składniki żywności specjalnego przeznaczenia. *Przem. Spoż.*, 2001, **3**, 12-14.
- [22] Thebaudin J.Y., Lefebvre A.C., Harrington M., Bourgeois C.M.: Dietary fibres: Nutritional and technological interest. *Trends Food Sci. Tech.*, 1997, **8**, 41-49.
- [23] Tomasik P.: Funkcjonalne właściwości mieszanin białek z polisacharydami. *Przegl. Piek. Cuk.*, 1990, **4**, 16-20.
- [24] Trowell H. C.: Definition of dietary fiber and hypothesis that it is a protective factor in certain disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1986, **29**, 133-134.
- [25] Walker C.E., Hazeltown J.L.: Dough rheological tests. *Cer. Food World*, 1996, **41**, 23-28.
- [26] Waszkiewicz-Robak B.: Błonnik i żywność wysokobłonnikowa. W: *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna* – pod red. F. Świdorskiego WNT, Warszawa 2003
- [27] Ziemiański Ś., Panczenko-Kresowska B.: Podstawowe zalecenia żywieniowe. Wyd. IŻŻ, Warszawa 1998.

## FUNCTION OF DIETARY FIBRE IN FORMING FUNCTIONAL PROPERTIES OF GLUTEN FREE DOUGH AND BREAD

### Summary

The objective of the study was to assess the impact of supplementing the gluten free bread with fibre preparations of different origin, added in the form of pastes, on the gluten free dough and on the volume and porosity of bread crumb. To make samples of gluten free bread, special recipes were developed. Their specific composition had to increase the content of proteins and dietary fibres to the values appearing typical for wheat-rye and rye bread. The basic mixture of the recipe (80 %) consisted of wheat, maize, and potato starches, and of maize flour. The rest (20 %) were mixtures of the fibre preparations, soya flour, and guar gum. The soya or lupine fibre, pectin, and inulin were used as the dietary fibre preparations. The fibre preparations (15 %) were mixed with soya flour (4 %) and guar gum (1 %) and, then, hydrated to obtain the consistency of paste. In this form, they were added to the gluten free dough. The rheological measurements of the pastes and dough were performed using a *TA.XT plus* texture analyser system. The doughs were fermented by applying bakery yeast, during a period of 40 min. The bread was baked at 200 °C during a 40 min period. The gluten free bread volume was measured according to the recommended bakery standards. The pastes significantly differed in their hardness values depending on the original source of dietary fibre. The paste containing lupine fibre and the inulin added showed the lowest hardness. It was found that the addition of inulin into lupine fibre significantly impacted the rheological properties of the mixture. The stickiness and adhesion values measured confirmed the advantageous impact of the lupine fibre on the rheological properties of gluten free doughs. The dough supplemented with the soya fibre and inulin was assessed as the worst. The most advantageous effect on the gluten free bread volume was achieved when the dough was supplemented with a paste containing the lupine fibre.

**Key words:** gluten free bread, dietary fibre, rheological properties 

BEATA PASZCZYK, ZBIGNIEW BOREJSZO, ALEKSANDRA SZEWCZYK

## SKŁAD KWAŚÓW TŁUSZCZOWYCH – Z UWZGLĘDNIENIEM IZOMERÓW TRANS – W WYBRANYCH CIASTACH

### Streszczenie

Przedmiotem badań była ocena składu kwasów tłuszczowych, z uwzględnieniem nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*, w 20 różnych ciastach dostępnych na rynku w Olsztynie. Oznaczenia przeprowadzono metodą GC w 100-metrowej kolumnie kapilarnej z fazą CP Sil 88.

Badane wyroby zawierały tłuszcz w ilości od 4,51 do 32,66 % i charakteryzowały się zróżnicowanym składem kwasów tłuszczowych. Udział kwasów nasyconych w tłuszczu tych produktów mieścił się w zakresie od 10,55 do 50,20 %, monoenowych od 37,20 do 63,13 %, a kwasów polienowych od 5,63 do 36,28 %. Izomery *trans* obecne były w tłuszczu wszystkich badanych ciast.

**Słowa kluczowe:** ciasta, kwasy tłuszczowe, izomery *trans*

### Wprowadzenie

Tłuszcze występujące w żywności to zarówno tłuszcze niewidoczne (niewydzielone), będące naturalnymi składnikami różnych produktów spożywczych np. mięsa, ryb, mleka i przetworów mlecznych, jak również tłuszcze widoczne (wydzielone lub dodane) jak np. masło, smalec, margaryna czy oleje roślinne. Duży udział w diecie mają tłuszcze widoczne, używane do produkcji wielu produktów spożywczych m.in. wyrobów ciastkarskich i cukierniczych, czekolad i wyrobów czekoladowych, pieczywa. Produkty te cieszą się dużą popularnością zarówno wśród dzieci, jak i wśród dorosłych. Wielu producentów do produkcji wyrobów ciastkarskich i cukierniczych stosuje częściowo uwodornione oleje roślinne, które są głównym źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*.

Izomerom *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych żywieniowcy, dietetycy i naukowcy poświęcają w ostatnich latach bardzo dużo uwagi ze względu na ich niekorzystne oddziaływanie na organizm człowieka. Badania naukowe wykazały, że zawar-

---

Dr inż. B. Paszczyk, dr inż. Z. Borejszo, mgr inż. A. Szewczyk, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Pl. Cieszyński 1, 10-957 Olsztyn



tość izomerów *trans* w wyrobach ciastkarskich i cukierniczych, dostępnych na polskim rynku, jest bardzo zróżnicowana i kształtuje się w przedziale od 0 do ponad 50 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych [1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 16, 20, 21, 25]. Konieczne są dalsze badania, których efektem będzie poznanie zawartości izomerów *trans* w szerokiej gamie produktów oraz oszacowanie udziału tych związków w diecie.

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

### **Material i metody badań**

Materiał do badań stanowiło 20 różnych gotowych ciast pochodzących od 11 różnych producentów. Analizie poddano następujące grupy produktów: babki (2 rodzaje), keksy (2 rodzaje), ciasta nadziewane owocami (3 rodzaje), ciasta bez nadzienia (3 rodzaje), rolady (4 rodzaje), struclle (2 rodzaje), pierniki (2 rodzaje), torcik pomarańczowy i sękacz. Badane produkty zakupiono w sklepach detalicznych w Olsztynie, w styczniu i lutym 2006 roku. Wszystkie produkty badano w okresie ich przydatności do spożycia.

Zawartość tłuszczu ogółem w wybranych wyrobach oznaczano metodą Weibulla-Stoldta [17]. Tłuszcz z badanych produktów otrzymywano metodą Folcha [3]. Estrы metylowe kwasów tłuszczowych przygotowywano wg metody Christophersona i Glasasa [4], stosując metanolowy roztwór KOH.

Rozdzielanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych wydzielonego tłuszczu przeprowadzano metodą chromatografii gazowej (GC), wykorzystując chromatograf gazowy firmy Hewlett-Packard 6890 z detektorem płomieniowo jonizacyjnym. Oznaczenia wykonywano w następujących warunkach: kolumna kapilarna (producent Chrompack) dł. 100 m, śr. 0,25 mm, grubość filmu 0,20  $\mu\text{m}$ , faza stacjonarna CP Sil 88, temp. kolumny 60 °C (1 min) – 180 °C,  $\Delta t = 5$  °C/min, temp. detektora i dozownika odpowiednio – 250 i 225 °C, gaz nośny hel, przepływ 0,8  $\text{cm}^3/\text{min}$ , dozownik z podziałem: 100:1 [16, 26]. Identyfikację pików kwasów tłuszczowych i izomerów *trans* kwasów tłuszczowych prowadzono przez porównanie z czasem retencji wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych firmy Sigma oraz na podstawie danych literaturowych [10, 18, 19, 22, 23].

Udział procentowy kwasów tłuszczowych obliczano na podstawie integracji powierzchni pików dokonanych przez system komputerowy zestawu chromatograficznego i wyrażano jako procentowy udział poszczególnych kwasów tłuszczowych w stosunku do ogólnej ilości kwasów tłuszczowych [% m/m]. Wszystkie oznaczenia wykonywano w dwóch równoległych powtórzeniach.

## Wyniki i dyskusja

W tab. 1. podano zawartość tłuszczu w badanych ciastach oraz udział w nim poszczególnych grup kwasów tłuszczowych. Zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 oraz izomerów *trans* kwasu C18:2 w badanych wyrobach przedstawiono na rys. 1.

Zawartość tłuszczu w badanych produktach wahała się w szerokich granicach. W pięciu produktach: torcik pomarańczowy, piernik staropolski, strucla serowa, strucla owocowa i ciasto orzechowe zawartość tłuszczu nie przekraczała 10 %, była w przedziale od 4,51 do 8,38 % (tab. 1). Czternaście produktów zawierało tłuszcz w ilości od 10,20 % (keks angielski, produkt nr 4) do 22,15 % (ciasto kakaowe z nadzieniem wiśniowym, produkt nr 6). Najwyższą zawartość tłuszczu, wynoszącą 32,66 % stwierdzono w sękaczu (produkt nr 20). Duże zróżnicowanie zawartości tłuszczu w badanych gotowych wyrobach cukierniczych wynika z różnorodności receptur stosowanych w zakładach produkcyjnych i zależy od ilości tłuszczu dodawanego do tych produktów podczas procesu produkcyjnego.

Tłuszcz wydzielony z badanych produktów charakteryzował się bardzo zróżnicowanym składem poszczególnych grup kwasów tłuszczowych (tab. 1). W tłuszczu większości badanych wyrobów udział kwasów krótkołańcuchowych (C4:0 do C10:0) był bardzo mały. W 18 produktach zawierał się w przedziale od 0 do 0,88 %, w dwóch pozostałych był trochę wyższy, wynosił odpowiednio 1,88 % w cieście z nadzieniem morelowym (produkt nr 5) i 2,44 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych w sękaczu (produkt nr 20). Sumaryczna zawartość kwasu laurynowego (C12:0) i mirystynowego (C14:0) wynosiła od 0,13 % w cieście z wiśniami (produkt nr 7) do 8,62 % w cieście z nadzieniem morelowym (produkt nr 5). Łączny udział kwasów tłuszczowych nasyconych wynosił od 10,55 % w strucli owocowej (produkt nr 16) do 50,20 % w cieście z nadzieniem morelowym (produkt nr 5). Wysoki poziom nasyconych kwasów tłuszczowych nie jest korzystny pod względem żywieniowym [24]. Zawartość kwasów monoenowych w tłuszczu wydzielonym z badanych produktów mieściła się w zakresie od 37,20 % (ciasto z nadzieniem morelowym, produkt nr 5) do 63,13 % (keks marmurkowy, produkt nr 3), a kwasów polienowych od 5,63 % (torcik pomarańczowy, produkt nr 19) do 36,28 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych (strucla owocowa, produkt nr 16) (tab. 1).

Zamieszczone na rys. 1A dane wskazują, że zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w tłuszczu badanych ciast była bardzo zróżnicowana. Tylko osiem z dwudziestu badanych ciast charakteryzowało się małą zawartością izomerów *trans* kwasu C18:1. Zawartość tych izomerów w ciastach zawierała się w przedziale od 0,06 % (ciasto z wiśniami, produkt nr 7 i strucla owocowa, produkt nr 16) do 1,22 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych (piernik staropolski, produkt nr 17). W tłuszczu wydzielonym

Tabela 1

Zawartość tłuszczu w badanych ciastach i udział w nim poszczególnych grup kwasów tłuszczowych.  
Fat content in the cakes investigated and per cent content of individual groups of fatty acids.

Numer produktu Product No.	Produkt Product	Zawartość tłuszczu Content of fat [%]	Σ C4:0 – C10:0	Σ C12:0 – C14:0	Σ kwasów nasyconych Σ of saturated fatty acids	Σ kwasów monoenowych Σ of monoun- saturated fatty acids	Σ kwasów polienowych Σ of polyunsatu- rated fatty acids	Σ izomerów <i>trans</i> Σ of <i>trans</i> fatty acids
1	Marmurkowa babka	18,49	0,00	1,17	45,18	41,85	12,97	1,22
	„Jumbo”		0,00	0,22	8,35	7,74	2,40	0,22
2	Babka piaskowa	20,98	0,11	1,26	42,25	44,70	13,05	1,19
	„Hanusia”		0,02	0,26	8,86	9,38	2,74	0,25
3	Keks marmurkowy	18,79	0,09	0,53	21,29	63,13	15,58	4,97
			0,02	0,10	4,00	11,86	2,93	0,93
4	Keks angielski	10,20	0,05	0,16	13,31	59,47	27,22	0,15
			0,01	0,02	1,36	6,07	2,78	0,02
5	Ciasto z nadzieniem morelowym	10,38	1,88	8,62	50,20	37,20	12,60	0,28
			0,20	0,89	5,21	3,86	1,31	0,03
6	Ciasto kakaowe z nadzieniem wiś- niowym	22,15	0,11	1,18	35,07	50,07	14,86	8,96
			0,02	0,26	7,77	11,09	3,29	1,98
7	Ciasto z wiśniami	20,37	0,01	0,13	11,72	61,31	26,97	0,13
			0,00	0,03	2,39	12,49	5,49	0,03
8	Ciasto waniliowe	19,83	0,06	0,82	32,92	47,72	19,37	0,46
			0,01	0,16	6,53	9,46	3,84	0,09
9	Ciasto orzechowe	8,38	0,28	1,81	32,25	41,04	26,71	8,13
			0,02	0,15	2,70	3,44	2,24	0,68
10	Ciasto marmurkowe	17,62	0,00	0,36	18,73	58,15	23,12	4,91
			0,00	0,06	3,30	10,25	4,07	0,87

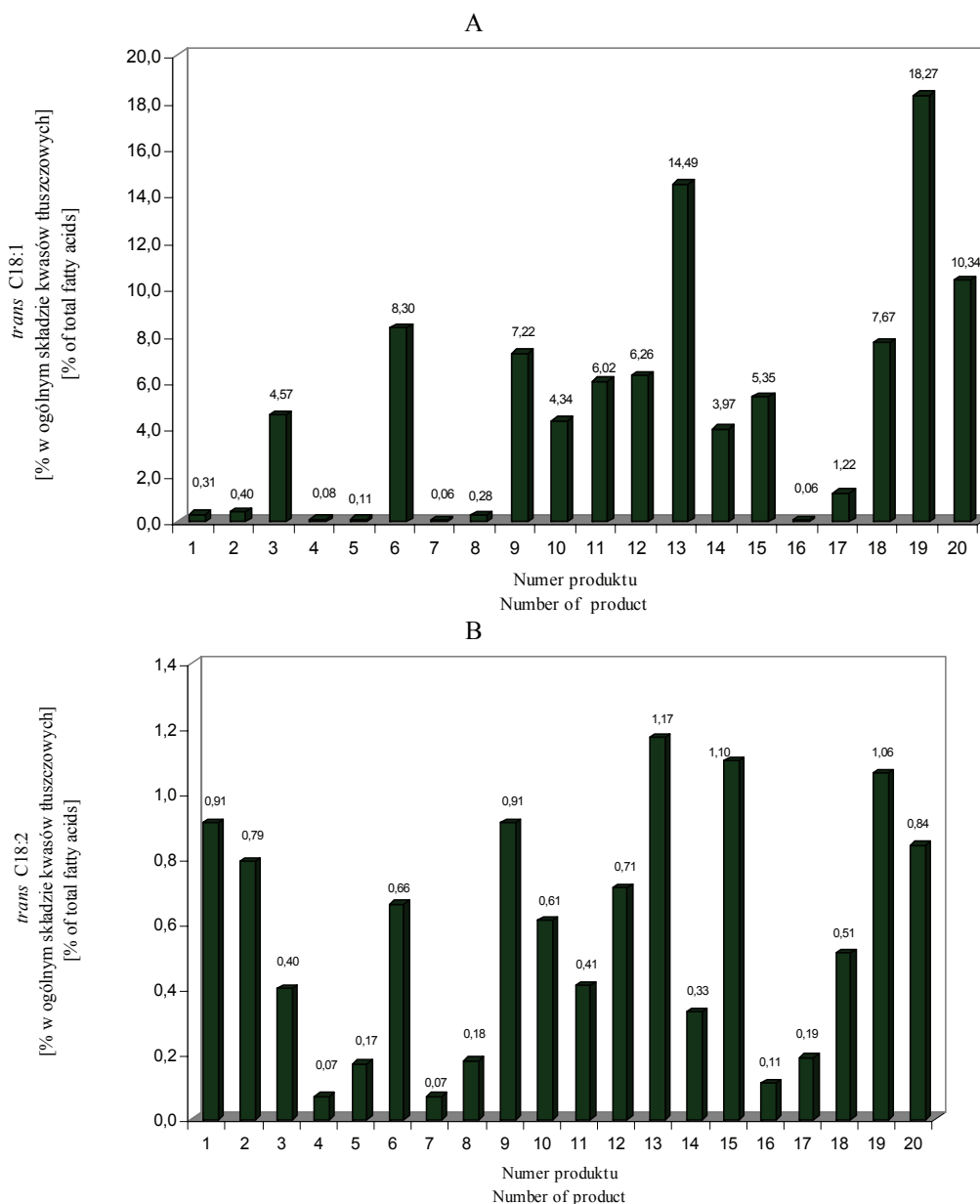
c.d. Tab. I

11	Salsa – rolada jagodowa	I	13,07	0,10	1,42	44,91	44,85	10,24	6,43
		II		0,01	0,19	5,87	5,86	1,34	0,84
12	Rolada firmowa	I	13,82	0,22	1,83	48,43	42,86	8,71	6,97
		II		0,03	0,25	6,69	5,92	1,20	0,96
13	Rolada jagodowa	I	15,97	0,88	3,84	34,08	53,17	12,75	15,66
		II		0,14	0,61	5,44	8,49	2,04	2,50
14	Rolada czekoladowa	I	14,98	0,06	1,22	43,77	44,26	11,97	4,30
		II		0,01	0,18	6,56	6,63	1,79	0,64
15	Strucla serowa	I	4,89	0,44	1,96	38,98	39,27	21,75	6,45
		II		0,02	0,10	1,91	1,92	1,06	0,32
16	Strucla owocowa	I	7,27	0,03	0,34	10,55	53,17	36,28	0,17
		II		0,00	0,00	0,77	3,87	2,64	0,01
17	Piernik staropolski	I	5,69	0,08	1,38	43,15	41,75	15,10	1,41
		II		0,01	0,08	2,45	2,38	0,86	0,08
18	Piernik domowy z polewą	I	18,93	0,07	0,99	32,03	51,66	16,31	8,18
		II		0,01	0,19	6,06	9,78	3,09	1,55
19	Toricik pomarańczowy	I	4,51	0,32	2,80	45,13	49,24	5,63	19,33
		II		0,01	0,13	2,04	2,22	0,25	0,87
20	Sekacz	I	32,66	2,44	4,29	40,28	48,11	11,61	11,18
		II		0,80	1,40	13,16	15,71	3,79	3,65

Objaśnienia: / Explanatory notes:

I - % w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych / % of total fatty acids

II – zawartość w g/100 g produktu / content in g/100 g of product



1- Marmurkowa babka „Jumbo”; 2 – Babka piaskowa „Hanusia”; 3 – Keks marmurkowy; 4 – Keks angielski; 5 – Ciasto z nadzieniem morelowym; 6- Ciasto kakaowe z nadzieniem wiśniowym; 7 – Ciasto z wiśniami; 8 – Ciasto waniliowe; 9 – Ciasto orzechowe; 10 – Ciasto marmurkowe; 11 – Salsa – rolada jagodowa; 12 – Rolada firmowa; 13 – Rolada jagodowa, 14 – Rolada czekoladowa; 15 – Strucla serowa; 16 – Strucla owocowa; 17 – Piernik staropolski; 18 – Piernik domowy; 19 – Torcik pomarańczowy; 20 – Sękacz.

Rys. 1. Zawartość izomerów (A) *trans* C18:1 i (B) *trans* C18:2 w tłuszczu badanych ciast.

Fig. 1. Content of *trans* C18:1 (A) and *trans* C18:2 (B) isomers in fat of the cakes examined.

z pozostałych badanych ciast udział izomerów *trans* kwasu C18:1 był znacznie wyższy. W dziewięciu ciastach izomery *trans* kwasu C18:1 wynosiły od 3,97 % (rolada czekoladowa, produkt nr 14) do 8,30 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych (ciasto kakaowe z nadzieniem wiśniowym, produkt nr 6). Zawartością izomerów *trans* w ilości powyżej 10 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych charakteryzowały się trzy z dwudziestu badanych ciast. Największą zawartość tych izomerów, wynoszącą 18,27 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych, stwierdzono w tłuszczu wydzielonym z produktu nr 19 (torcik pomarańczowy). W roladzie jagodowej (produkt nr 13) udział izomerów *trans* kwasu C18:1 wynosił 14,49 %, a w sękaczu (produkt nr 20) 10,34 % (rys. 1A). Tak zróżnicowana zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w analizowanych wyrobach cukierniczych świadczy o tym, że wielu producentów nadal w procesie produkcyjnym stosuje oleje roślinne utwardzone metodą katalitycznego uwodornienia.

Według Daniewskiego i wsp., zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w badanych przez autorów ciastach kształtowała się w zakresie od 0 do 24,15 % [6]. Mniejszą zawartość tych izomerów stwierdzono w wyrobach cukierniczych pochodzących z Hiszpanii. Udział izomerów *trans* kwasu C18:1 wynosił od 0,71 do 11,07 % [12].

Izomery kwasu C18:2 (*cis,trans* i *trans,cis*) obecne były w tłuszczu wszystkich badanych ciast. Siedemnaście z dwudziestu badanych ciast charakteryzowało się bardzo małą sumaryczną zawartością tych izomerów, kształtującą się w przedziale od 0,07 % (produkty nr 4 i 7) do 0,91 % (produkty nr 1 i 9) (rys. 1B). W trzech pozostałych produktach: w torciku pomarańczowym, strucli serowej i roladzie jagodowej zawartość izomerów *trans* kwasu C18:2 była wyższa, w przedziale od 1,06 do 1,17 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych (rys. 1 B).

Według Parcerisy i wsp. izomery *trans* kwasu C18:2 w wyrobach cukierniczych wyprodukowanych w Hiszpanii stanowiły od 0,17 do 2,15 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych [12]. Mniejszą zawartość tych izomerów, mieszczącą się w przedziale od 0 do 0,56 %, stwierdzono w produktach badanych w Polsce przez Daniewskiego i wsp. [6].

W tłuszczu badanych produktów nie stwierdzono obecności izomerów kwasu linolowego (C18:2) o sprzężonym układzie podwójnych wiązań (CLA). Izomery te wykazują działanie biologicznie korzystne dla zdrowia człowieka [13, 14,15].

## Wnioski

1. Wyniki badań nad zawartością tłuszczu i składem kwasów tłuszczowych ciast dostępnych na rynku w Olsztynie w 2007 roku wykazały, że niektóre z badanych produktów stanowią bogate źródło tłuszczu, nasyconych kwasów tłuszczowych oraz izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych.
2. Izomery *trans* obecne były w tłuszczu wszystkich badanych ciast, a ich udział w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych był bardzo zróżnicowany zarówno w badanych grupach produktów, jak również w obrębie badanych grup.

3. Tylko osiem z dwudziestu badanych ciast charakteryzowało się korzystnym, z żywieniowego punktu widzenia, udziałem izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych. Izomery *trans* w tych produktach nie przekraczały 1,5 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych. W pozostałych produktach zawartość tych izomerów kształtowała się w przedziale od 4,30 do 19,33 %.

### Literatura

- [1] Balas J.: Kwasy tłuszczowe w rynkowych produktach spożywczych. Część I – produkty cukiernicze, produkty typu „fast food”, produkty zbożowe, słone przekąski, nasiona i orzechy. *Bezp. Żywność*, 2001, **1**, 20-24.
- [2] 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.
- [3] Christie W., William.: Lipid analysis. Isolation, separation, identification and structural analysis of lipids. The isolation of lipids from tissues. Pergamon Press, Oxford 1973, pp. 39-40.
- [4] Christopherson S. W., Glass R.L., Preparation of milk fat methyl esters by alcoholysis in an essentially non-alcoholic solution. *J. Dairy Sci.*, 1969, **52**, 1289-1290.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzyński B., Pawlicka M., Balas J., Filipek A., Cierpiowska M.: Oszacowanie dziennego spożycia kwasów tłuszczowych w przeciętnej polskiej racji pokarmowej. *Żyw. Człow i Met.*, 1999, **XXVI** (1), 23-33.
- [8] Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzyński B., Pawlicka M., Balas J., Filipek A., Górnicka M.: Kwasy tłuszczowe w produktach cukierniczych. *Roczn. 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. *Tłusz. Jadalne*, 1996, **31** (3-4), 63-76.
- [11] Mojska H., Gielecińska I., Balas J., Pawlicka M., Szponar L.: Trans fatty acids in foods in Poland: monitoring study. *Żyw. Człow. Met.*, 2006, **XXXIII** (2), 107-122.
- [12] Parcerisa J., Codony R., Boatella J., Rafecas M.: Fatty AIDS including trans content of commercial bakery products manufactured in Spain. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 2040-2043.
- [13] Pariza M.W.: CLA, a new cancer inhibitor in dairy products. *Bull. IDF*. 1991, **257**, 29-30.
- [14] Parodi P.W.: Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *J. Nutr.*, 1997, 1055-1059.
- [15] 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.
- [16] Paszczyk B., Żegarska Z., Borejszo Z.: Skład kwasów tłuszczowych i izomerów *trans* kwasów tłuszczowych w wybranych wyrobach ciastkarskich. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **4** (53), 55-65.

- [17] PN-A-74252:1998. Wyroby i półprodukty ciastkarskie. Metody badań.
- [18] Ratnayake W.M.N., 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.
- [19] Ratnayake W.M.N., Pelletier G.: Positional and geometrical isomers of linoleic acid in partially hydrogenated oils. J. Am. Oil Chem. Soc., 1992, **69** (2), 95-105.
- [20] Ratusz K., Wirkowska M.: Udział izomerów *trans* kwasów tłuszczowych w wybranych wyrobach ciastkarskich i chipsach ziemniaczanych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 2008, **4** (59), 96-102.
- [21] Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B., Obiedziński M., Matias D.: Jakość rynkowych produktów cukierniczych z dużym udziałem tłuszczu. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **1** (46) Supl. 192-200.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J.: Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe. PWN, Warszawa 1991.
- [25] Żegarska Z., Borejszo Z.: *Trans* fatty acid content of some food products in Poland. J. Food Lipids, 2001, **8** (4), 271-279.
- [26] Żegarska Z., Paszczyk B., Rafałowski R., Borejszo Z.: Annual changes in the content of unsaturated fatty acids with 18 carbon atoms, including *cis,trans*-11 C18:2 (CLA) acid, in milk fat. Pol. J. Nutr. Sci., 2006, **15/56** (4), 409-414.

#### COMPOSITION OF FATTY ACIDS INCLUDING THE CONTENT OF TRANS ISOMERS IN SOME SELECTED CAKES

##### S u m m a r y

The objective of the study was to assess the composition of fatty acids including the content of unsaturated fatty acids showing a *trans* configuration, in 20 various cakes available on the market in the city of Olsztyn. The determination procedures were carried out using a GC method in a 100m capillary column with a CP Sil 88 phase.

In the cakes investigated, the fat content ranged from 4.51 to 32.66 %; those cakes were characterized by a different content of fatty acids. The per cent content of saturated fatty acids in the fat of the products ranged from 10.55 to 50.20 %, the per cent content of monounsaturated fatty acids ranged from 37.20 to 63.13 %, and of the poly-unsaturated fatty acids: from 5.63 to 36.28 %. The *trans* isomers were present in the fat in all cakes studied.

**Key words:** cakes, fatty acids, *trans* isomers ☒



ANNA ŻBIKOWSKA, JAROSŁAWA RUTKOWSKA, ANNA MARCINKIEWICZ

## OCENA MECHANICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI CIASTEK KRUCHYCH METODĄ INSTRUMENTALNĄ

### Streszczenie

Celem pracy było określenie przydatności mechanicznych właściwości ciastek kruchych, wyznaczonych metodą instrumentalną, do określenia ich twardości.

Ciastka kruche otrzymano przy udziale pięciu stałych tłuszczów piekarskich i masła. Tłuszcze różniły się zawartością fazy stałej w temperaturze przygotowania ciasta tj. w 25 °C (od 1,36 do 48,57 %) i temperaturą topnienia (21 - 38,6 °C).

W doświadczeniu zastosowano test cięcia, na podstawie którego określono twardość produktów. Ciastka poddano również ocenie sensorycznej. Otrzymane ciastka kruche wykazywały twardość od 9 do 13 N. Wykazano, że instrumentalnie mierzone mechaniczne właściwości ciastek kruchych mogą być wskaźnikiem stopnia ich twardości. Nie stwierdzono statystycznie istotnych zależności pomiędzy zawartością fazy stałej w badanych tłuszczach (w temperaturze sporządzania ciast) a ich twardością.

**Słowa kluczowe:** tekstura, ciastka kruche, zawartość fazy stałej

### Wprowadzenie

Wyroby ciastkarskie stanowią bardzo popularną grupę produktów spożywczych, przede wszystkim ze względu na swoje walory sensoryczne. Szczególne miejsce zajmują ciastka kruche, z których wytwarzane są różnorodne produkty, w zależności od zastosowanych dodatków, np. herbatniki, ciastka nadziewane lub z cukrem, babeczki. Ponadto ciasto kruche jest podstawą do produkcji innych wyrobów, m.in. serników, szarlotek, blatów do tortów.

Konsumenci szczególnie uwagę zwracają na cechy sensoryczne wyrobu, spośród których obok smaku szczególne znaczenie ma tekstura [22]. Tekstura jest kompleksową cechą sensoryczną, co oznacza, że tylko zmysłowy aparat ludzki może ją kompleksowo opisać. Instrumenty do pomiaru wielkości mechanicznych (aparat Instron, tekstu-

---

*Dr inż. A. Żbikowska, mgr inż. A. Marcinkiewicz, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, dr inż. J. Rutkowska, Katedra Techniki i Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa*

rometry) mierzą tylko pewne cechy mechaniczne, które później muszą być skojarzone z cechami teksturalnymi [19]. Jednak aparaturowy pomiar mechanicznych właściwości produktu jest potrzebny do określenia oraz wyrażenia tekstury za pomocą wartości liczbowych cech fizycznych, dzięki czemu można precyzować podstawowe, wtórne i trzeciorzędne cechy tekstury w sposób ilościowy [20, 21]. Porównując sensoryczne i instrumentalne metody analityczne należy pamiętać, że wyniki metod instrumentalnych odnoszą się do fizycznych i chemicznych bodźców wywołujących wrażenia sensoryczne, podczas gdy wyniki analizy sensorycznej informują bezpośrednio o wrażeniach, jakie te bodźce wywołują.

Przewaga pomiarów aparaturowych nad sensorycznymi polega na: mniejszej pracochłonności, niższych kosztach, wyższej powtarzalności i braku zmienności wywołanej czynnikami psychologicznymi, fizjologicznymi i środowiskowymi, które wpływają na reakcje zmysłowe człowieka [6]. Tak więc instrumentalna ocena jest bardziej obiektywna i szybsza w porównaniu z sensoryczną, która ponadto wymaga przeszkolonego zespołu.

W przypadku wyrobów z ciasta kruchego niezwykle istotna jest ich kruchość. Produkty takie nie mogą się rozsypywać ani też odznaczać zbyt dużą twardością. Tłuszcz jest jednym z podstawowych surowców do produkcji ciast kruchych. Nadaje ciastu plastyczność ułatwia łączenie składników recepturowych [7]. Dzięki niemu gotowe wyroby stają się odpowiednio kruche [4]. Tak więc, tłuszcz nie tylko modyfikuje cechy sensoryczne, ale również zmienia właściwości fizyczne ciasta i w efekcie teksturotwórcze cechy gotowego produktu [2, 15].

Tekstura określa, jak produkt odczuwany jest w ustach podczas żucia, a także jak zachowuje się np. w czasie transportu lub przechowywania. Teksturę odbiera się najczęściej jako integralną charakterystyczną cechę żywności. Zastrzeżenia konsumentów budzi dopiero wtedy, gdy nie jest taka, jakiej się spodziewają [18].

Celem pracy było określenie możliwości wykorzystania mechanicznych właściwości ciastek kruchych, wyznaczanych metodą instrumentalną, do oceny ich twardości.

## **Material i metody badań**

### *Material badawczy*

Surowcem do wytworzenia ciast kruchych były tłuszcze:

- palmowy, palmowo-kokosowy oraz uwodorniony olej rzepakowy (Zakłady Przemysłu Tłuszczowego w Warszawie),
- piekarskie Akobake M i Akobake K (Karlshamns, Szwecja),
- masło Extra (Ciechanowska Spółdzielnia Mleczarska w Ciechanowie).

Ponadto zastosowano: mąkę pszenną „Szymanowską” typu 480 (Młyn „Szymanów”, Teresin), cukier puder biały „Kupiec” (PPH Kupiec, Krzymów), żółtka jaj kurzych (Ekoferma drobiu, Wiśniewo k. Mławy).

Ciasto kruche przygotowywano według receptury podanej przez Ambroziaka i wsp. [15], stosując składniki: mąkę pszenną, tłuszcz, cukier puder, żółtka surowe w proporcjach masowych: 3:2:1:1/2.

Tłuszcz, cukier puder i świeżo przygotowane żółtka łączono za pomocą miksera do uzyskania konsystencji kremu (ok. 1 min), a po dodaniu mąki ciasto zagniatano ręcznie. Z rozwałkowanego ciasta kwadratową foremką wycinano ciastka o grubości 4 mm. Eksperyment wykonywano w trzech powtórzeniach, a wypiek prowadzono w piecu elektrycznym (ELECTROLUX AR 85) w temp. 180 °C przez 10 min.

#### *Metody badań*

W celu zakwalifikowania mąki do dalszych badań dokonywano oceny jej jakości poprzez oznaczenie zawartości i jakości glutenu [10, 14].

W tłuszczach oznaczano temperaturę topnienia, metodą kapilary otwartej, zgodnie z PN-EN ISO [9] i zawartość fazy stałej metodą pulsacyjnego magnetycznego rezonansu jądrowego (PNMR), zgodnie z PN-EN ISO [11], przy użyciu aparatu „Minispec PC120” firmy Bruker. Wszystkie surowce znajdowały się w okresie przydatności do spożycia, a tłuszcze spełniały wymagania norm w zakresie liczb tłuszczowych (liczba kwasowa i nadtlenkowa).

Instrumentalne pomiary wielkości mechanicznych wypieczonych, całych ciastek kruchych wykonywano przeprowadzając test cięcia. Zastosowano aparat INSTRON 4341. Do testu cięcia wykorzystano element jednożożowy z prostym ostrzem SBS (single blade shear). Pomiar prowadzono przy prędkości przesuwu elementu roboczego 100 mm/min w temp. 22 °C, przy użyciu głowicy o zakresie 100 N. Do sterowania urządzeniem, obliczania i odczytu wyników wykorzystano system komputerowy. Dokonywano pomiaru maksymalnej siły cięcia [N] i energii [J], przy której ciastka ulegały przecięciu. Wynik końcowy jest średnią z pięciu powtórzeń.

Ocenę sensoryczną przeprowadzano zgodnie z PN [12]. Ocenę wykonywał zespół ośmioosobowy, stosując skalę sześciopunktową (1 pkt – ocena minimalna, 6 pkt – ocena maksymalna). Ocenie poddawano następujące wyróżniki gotowych wyrobów: jednolitość partii, wygląd zewnętrzny, smak i zapach, struktura i tekstura. Oceny struktury i tekstury dokonywano poprzez przełamanie ciastka, uwzględniając jego porowatość i barwę na przełomie, a także twardość i kruchość wyrobu w ustach.

Wyniki opracowano statystycznie (analiza wariancji, analiza regresji) przy użyciu programu komputerowego Statgraphics plus 4.0 Ocenę istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi wykonano testem Duncana przy  $p < 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

### Charakterystyka surowców

W pracy użyto mąki pszennej o zawartości glutenu mokrego 31,9 %, co odpowiadało wymaganiom zawartym w PN [10], według której ilość glutenu mokrego w mące pszennej typu 500 nie powinna być mniejsza niż 25 %.

Na podstawie oceny rozplywalności ( $R = 7$  mm) i liczby glutenowej ( $LG = 49$ ) stwierdzono, że badana mąka nadawała się do produkcji większości drobnych wyrobów piekarskich [14].

Tłuszcze, wpływające zwłaszcza na kruchość i twardość wyrobów [4], dobrano tak, aby różniły się znacząco właściwościami (zwłaszcza parametrami fizycznymi).

Temperatura topnienia (slim melting point - SMP), będąca cechą charakterystyczną tłuszczów, jest wykorzystywana m.in. do kontroli niektórych procesów technologicznych np. uwodornienia. Badane tłuszcze pod względem SMP (tab. 1) spełniały wymagania zawarte w PN [13], dotyczące tłuszczów piekarskich i cukierniczych, według których ich temperatura topnienia powinna być wyższa od 10 °C. Tłuszcze przeznaczone do produkcji piekarskiej i cukierniczej wg Parcerisa i wsp. [8] powinny cechować się temperaturą topnienia w zakresie 15 - 35 °C, są wtedy plastyczne i przyczyniają się do uzyskania odpowiedniej kruchości gotowego ciasta. Autio i Laurikainen [1] podają, że bardziej korzystne jest stosowanie tłuszczów wyżej utwardzonych, niekiedy nawet do temperatury topnienia powyżej 40 °C, dzięki czemu uzyskuje się większą zdolność do zatrzymywania gazu w cieście surowym, a tym samym wypiek o większej objętości, równiejszej porowatości i delikatniejszej strukturze.

Na podstawie wartości SMP badanych tłuszczów można oczekiwać, że otrzymane przy ich udziale ciastka kruche powinny cechować się dobrą kruchością i odpowiednią twardością.

Tabela 1

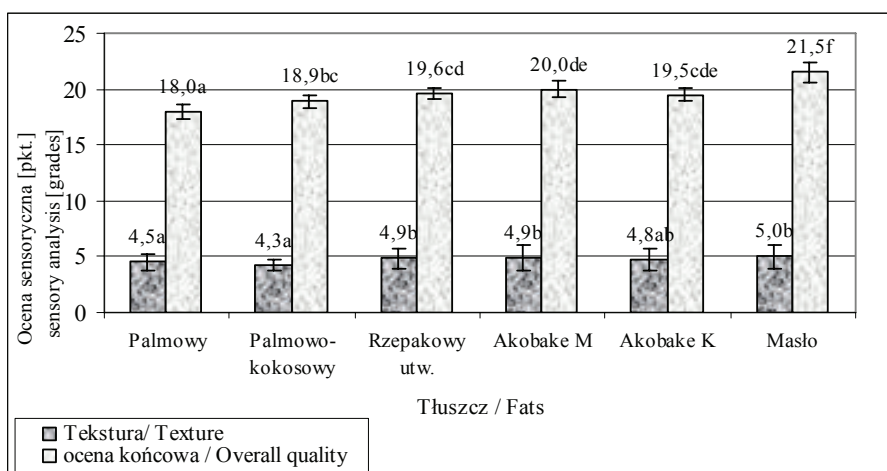
Temperatura topnienia (SMP) i zawartość fazy stałej (SFC) w tłuszczach użytych do badań, w temp. 25 °C.  
Slim melting point and solid phase content in fats, used in the study, at 25 °C.

Parametr Parameter	Tłuszcz / Fat					
	Palmowy Palm	Palmowo- kokosowy Palm - coconut	Rzepakowy utwardzony Hydrogenate rapeseed	Akobake M	Akobake K	Masło Butter
SMP [°C]	38,6 ± 0,07	21,0 ± 0,30	38,2 ± 0,40	38,4 ± 0,07	35,8 ± 0,58	32,8 ± 0,35
SFC [%]	28,96 ± 0,35	1,36 ± 0,10	48,57 ± 0,40	21,76 ± 0,08	22,16 ± 0,09	13,45 ± 0,10

Ważnym parametrem fizycznym tłuszczów piekarskich jest zawartość fazy stałej – (solid fat content – SFC) [5]. Tłuszcze piekarskie powinny mieć plastyczną konsystencję w szerokim zakresie temperatury [7], co jest niezbędne do łatwego wprowadzenia ich do ciast. Ciasto przygotowano w temp. około 25 °C i dlatego w tab. 1. podano zawartość fazy stałej badanych tłuszczów w takich warunkach. Jak można było oczekiwać, badane tłuszcze były zróżnicowane pod względem zawartości fazy stałej od 1,36 do 48,57 %. Najmniejszą SFC charakteryzował się tłuszcz palmowo-kokosowy, który cechował się również najniższą temperaturą topnienia.

#### Sensoryczna ocena tekstury i jakości ogólnej ciastek kruchych

Średnie wyniki sensorycznej oceny tekstury i oceny końcowej ciastek kruchych przedstawiono na rys. 1.



a, b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ( $p > 0,05$ );  
a, b, c – mean values designated by the same letters are not statistically significantly different ( $p > 0,05$ ).

Rys. 1. Sensoryczna ocena tekstury i ocena końcowa ciastek kruchych w zależności od zastosowanego tłuszczu.

Fig. 1. Sensory evaluation of texture and final evaluation of shortcrust cookies depending on the fat used.

Punktowe oceny struktury i tekstury zawierały się w przedziale od 4,3 do 5,0 pkt. Niskie oceny ciastek z udziałem tłuszczu palmowo-kokosowego i palmowego wynikały z ich nadmiernej kruchości i miękkości. Wyroby takie są trudne do transportu i dystrybucji. Ciastka z utwardzonym tłuszczem rzepakowym oraz tłuszczami piekarskimi Akobake M i Akobake K uzyskały zbliżone oceny; według ocenianujących były odpowiednio kruche i twarde, a ich miękisz był równomiernie wykształcony. Najwyższą

ocenę otrzymały ciastka z masłem (różniąc się statystycznie istotnie od ciastek z tłuszczem palmowym i palmowo-kokosowym), które odznaczały się kruchością oraz twardością najbardziej pożądaną zdaniem panelu sensorycznego i nie wykazywały tendencji do rozsypanywania się.

Ocena końcowa gotowego wyrobu została obliczona jako suma not otrzymanych przez ciastka za wszystkie wyróżniki jakości sensorycznej. Najniższe oceny końcowe uzyskały ciastka z tłuszczami: palmowym – 18,0 pkt oraz palmowo-kokosowym – 18,9 pkt i różniły się statystycznie istotnie między sobą. Najwyższą ocenę końcową otrzymały ciastka z masłem – 21,5 pkt, stanowiły one odrębną grupę jednorodną (rys. 1). Na zbliżonym poziomie zostały ocenione wyroby z utwardzonym tłuszczem rzepakowym (19,7 pkt) oraz tłuszczami piekarskimi – Akobake M (20,0 pkt) i Akobake K (19,5 pkt).

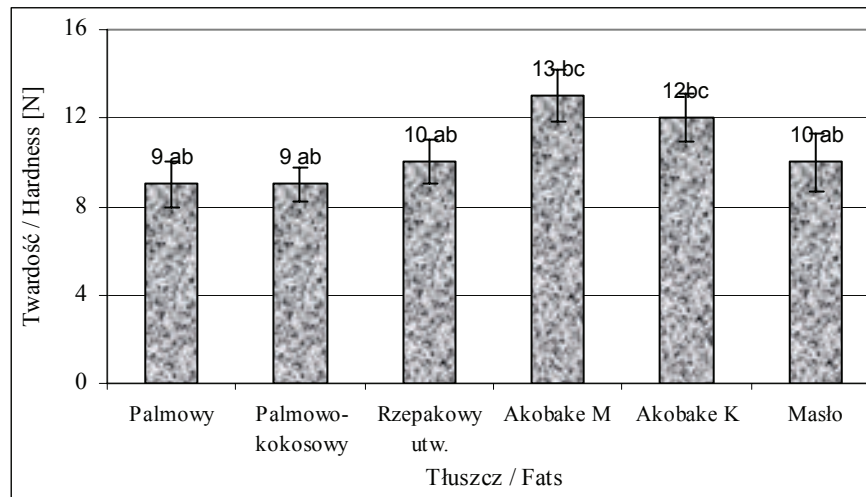
#### *Instrumentalne pomiary wielkości mechanicznych gotowych wyrobów*

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez Rutkowską i Nerynga [17] wiadomo, że możliwe jest przewidywanie jakości ciast biszkoptowo-tłuszczowych na podstawie oceny instrumentalnej. W prezentowanej pracy przeprowadzono ocenę twardości, będącej jedną z podstawowych cech tekstury ciastek kruchych [3], mierząc maksymalną siłę i energię potrzebną do ich przecięcia. Twardość jest cechą powiązaną z kruchością, w ocenie sensorycznej im bardziej twarde ciastka tym są mniej kruche. Pojęcie twardości rozumiano jako maksymalna siła potrzebna do przecięcia produktu, wyrażona w N [3, 14].

Otrzymane wartości siły przecinającej były zbliżone do siebie (rys. 2), najmniejszą wartość uzyskano w przypadku ciastek wytworzonych z tłuszczem palmowym i palmowo-kokosowym – 9,0 N, większe wartości siły uzyskano przy ciastkach z tłuszczami piekarskimi – Akobake K – 12,0 N i Akobake M – 13,0 N, jednak wartości te nie różniły się statystycznie istotnie. Ciastka, które uzyskały wysokie noty w ocenie sensorycznej struktury i tekstury, cechowały wartości siły przecinającej w przedziale od 10 do 13 N.

Statystyczna analiza wykazała brak wpływu zawartości fazy stałej w temp. 25 °C, w zastosowanych tłuszczach stałych, na twardość wypieczonych ciastek (współczynnik korelacji:  $r = 0,09$ ,  $p < 0,05$ ). Rezultaty te nie potwierdziły wcześniejszych wyników badań Rutkowskiej [16], w których stwierdziła zależności pomiędzy SFC a jakością ciast biszkoptowo-tłuszczowych. Rozbieżności te są prawdopodobnie spowodowane specyfiką ciast kruchych i gąbczastych.

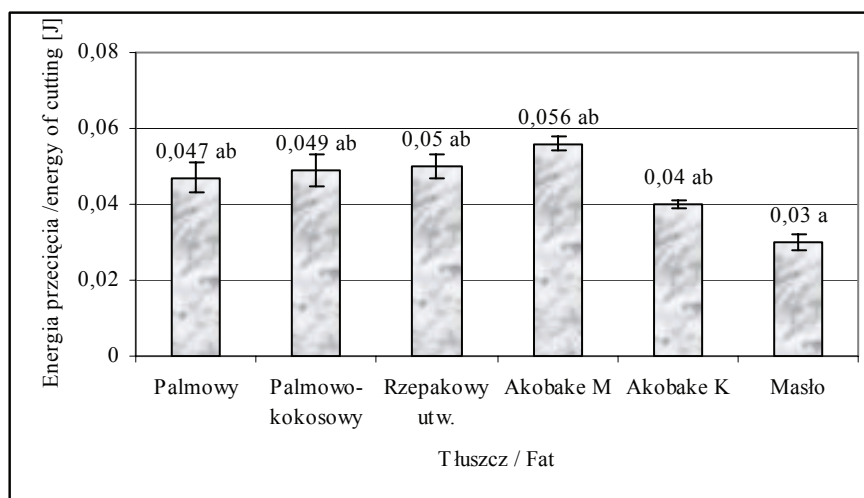
Wartości energii potrzebnej do przecięcia ciastek kruchych mieściły się w przedziale od 0,030 J (próbki z masłem) do 0,056 J (próbki z tłuszczem Akobake M) (rys. 3). Niezależnie od rodzaju zastosowanego tłuszczu wartości energii przecięcia nie różniły się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ).



a, b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ( $p > 0,05$ );  
 a, b, c – mean values designated by the same letters are not statistically significantly different ( $p > 0,05$ ).

Rys. 2. Twardość ciastek kruchych w zależności od zastosowanego tłuszczu.

Fig. 2. Hardness of shortcrust cookies depending on the fat used.



a, b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ( $p > 0,05$ );  
 a, b, c – mean values designated by the same letters are not statistically significantly different ( $p > 0,05$ ).

Rys. 3. Wartości średnie energii przecięcia ciastek kruchych w zależności od zastosowanego tłuszczu.

Fig. 3. Mean values of cutting energy of shortcrust cookies depending on the fat used.



## Wnioski

1. Mechaniczne właściwości ciastek kruchych oznaczone metodą instrumentalną mogą być wskaźnikiem stopnia twardości tych produktów. Na podstawie testu cięcia określono wartości maksymalnej siły cięcia, wynoszące od 10 do 13 N, przy których badane wyroby cechowały się odpowiednią sensoryczną kruchością i twardością.
2. Przy zastosowaniu tłuszczów stałych do produkcji wyrobów kruchych stwierdzono brak statystycznie istotnych zależności pomiędzy zawartością fazy stałej w zastosowanych tłuszczach (w temperaturze sporządzania ciast) a ich twardością oraz sensoryczną oceną tekstury uzyskanych produktów.

*Praca wykonana w ramach projektu finansowanego przez MNiSzW nr N N312 200035.*

## Literatura

- [1] Autio K., Laurikainen T.: Relationships between flour/dough microstructure and dough handling and baking properties. *Trends Food Sci. Technol.*, 1997, **8**, 181-185.
- [2] Bartnik M., Jakubczyk T.: *Surowce w piekarstwie*. WSiP, wyd.6, Warszawa 1998.
- [3] Bourne M.C.: Texture profile analysis. *Food Technol.*, 1978, **32 (7)**, 62-66.
- [4] Brzozowska E.: *Technologia ciast o strukturze kruchej*. Rozdz. 22 W: *Podstawy technologii gastronomicznej – pod red. S. Zalewskiego*. WNT, Warszawa 1997.
- [5] Chrysam M.M.: Table spreads and shortenings. In: *Baileys industrial oil and fat products*. Ed 4th, Chapt.2 John Wiley and sons, New York 1985.
- [6] Dobrzycki J.H. Baryłko-Pikielna N.: *Instrumentalne metody pomiaru tekstury żywności*. Wyd. IŻŻ Warszawa 1986.
- [7] King D.: Bakery fats uncovered. *Food Ingred. Anal. Internat.*, 2002, **12**, 16.
- [8] Parcerisa J., Codony R., Boatella J., Rafecas M.: Fatty acids including trans content of commercial bakery products manufactured in Spain. *J. Agricul. Food Chem.*, 1999, **47(5)**, 2040-2043.
- [9] PN-EN ISO 6321:2004. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie punktu topnienia w kapilarze otwartej (punkt płynięcia).
- [10] PN-A-74022:2003. Przetwory zbożowe. Mąka pszenna.
- [11] PN-EN ISO 8292:1999. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie zawartości fazy stałej. Metoda pulsacyjnego magnetycznego rezonansu jądrowego.
- [12] PN-A-74252:1998. Wyroby i półprodukty ciastkarskie. Metody badań.
- [13] PN -A- 86902:1997. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Tłuszcze cukiernicze i piekarskie.
- [14] Praca zbiorowa: *Analiza zbóż i przetworów zbożowych* (pod red. T. Jakubczyka i T. Habera. Wyd. SGGW/AR, wyd. 20, Warszawa 1981.
- [15] Praca zbiorowa: *Piekarstwo i ciastkarstwo* (red. Z. Ambroziak). WNT, Warszawa, 1988.
- [16] Rutkowska J.: The relationship between fatty acids content, solid fat content of fats, and some factors of quality of sandy cakes. "Developments in the Italian PhD Research in Food Science and Technology", Catania, Italy 2001, pp. 158-162.



- [17] Rutkowska J., Neryng A.: Możliwości przewidywania jakości ciast cukierniczych na podstawie instrumentalnej oceny tekstury. Mat. Kongresu Polskiej Gospodarki Żywnościowej i Nauki o Żywieniu Człowieka. SGGW, Warszawa 2000, ss. 158-162.
- [18] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. Przem. Spoż., 2002, **10**, 12-17.
- [19] Szcześniak A.S.: Classification of textural characteristic. J. Food Sci., 1963, **28**, 410.
- [20] Szcześniak A.S.: The way and what of objective texture measurements. J. Can. Inst. Food. Technol., 1969, **2**, 4.
- [21] Sherman P.: A texture profile of foodstuffs based on well-defined rheological properties. J. Food Sci., 1969, **34**, 458-462.
- [22] Wilkinson C., Dijkstehuis., Minekus M.: From food structure to texture. Trends Food Sci. Technol., 2000, **11**, 442-450.

### EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF SHORTCRUST COOKIES USING AN INSTRUMENTAL METHOD

#### S u m m a r y

The objective of the paper was to determine the usefulness of mechanical properties, determined using an instrumental method, of shortcrust cookies for the purpose of estimating their hardness.

Shortcrust cookies were made using five solid shortenings and butter. They differed in the content of solid phase at a temperature of making dough, ie. of 25 °C (from 1.36 to 48.57 %) and in the melting temperature (21 – 38.6 °C).

In the experiment, a shear test was applied and on its basis, the hardness of products was determined. The cookies were also sensorily evaluated. The hardness of the shortcrust cookies made ranged from 9 to 13 N. It was proved that the instrumentally measured mechanical properties of shortcrust cookies could be an indicator of their hardness. No statistically significant dependencies between the contents of solid phase in the shortenings examined (at a temperature of making dough) were found.

**Key words:** texture, shortcrust cookies, content of solid phase ☒

MONIKA RAJKOWSKA, MAGDALENA HOLAK, MIKOŁAJ PROTASOWICKI

## MAKRO- I MIKROELEMENTY W WYBRANYCH ASORTYMENTACH PIWA

### Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było porównanie zawartości makroelementów: Mg, K i mikroelementów: Al, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Li i V w piwach butelkowych i puszkowych, wybranych producentów, dostępnych na rynku szczecińskim. Celem było również oszacowanie ilości makro- i mikroelementów dostarczanych do organizmu człowieka wraz ze spożywanym piwem. Analizę chemiczną wykonano z zastosowaniem techniki ICP-AES. Zawartość magnezu w badanych piwach wynosiła od 92 do 220 mg/dm<sup>3</sup>, a potasu od 172 do 518 mg/dm<sup>3</sup>. Wykazano zróżnicowanie stężenia poszczególnych mikroelementów, ale ich zawartość nie przekraczała 1,13 mg/dm<sup>3</sup>. Zawartość wybranych metali nie odbiegała od wartości podawanych w piśmiennictwie polskim i zagranicznym. Niniejsze badania wskazują, że piwo może być bogatym źródłem chromu i magnezu, ale mało znaczącym pozostałych badanych mikro- i makroelementów.

**Słowa kluczowe:** piwo, składniki mineralne, emisyjna spektrometria atomowa

### Wprowadzenie

Piwo jest napojem orzeźwiającym, dobrze gaszącym pragnienie. Działanie orzeźwiające przypisuje się małej zawartości alkoholu etylowego, obecności dwutlenku węgla, niektórym produktom ubocznym fermentacji oraz aromatycznym i smakowym składnikom chmielu. Piwo dobrze gasi pragnienie, gdyż uzupełnia utratę składników mineralnych. Ma wysoką wartość energetyczną, zawiera witaminy rozpuszczalne w wodzie oraz niezbędne dla organizmu mikroelementy, a składniki ekstraktu są dobrze przyswajalne, gdyż występują częściowo w postaci koloidów [8]. W produkcji piwa woda jest jednym z głównych surowców i musi spełniać dodatkowe wymagania dotyczące składu chemicznego. Jej smak oraz skład chemiczny wywiera wpływ na podstawowe właściwości piwa, zwłaszcza na jego smak, zabarwienie i trwałość. Poszczególne aniony i kationy wpływają na przemiany chemiczne zachodzące

---

*Dr inż. M. Rajkowska, mgr M. Holak, prof. dr hab. M. Protasowicki, Katedra Toksykologii, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin*

w procesach produkcji i wynikające z nich cechy piwa (właściwości fizykochemiczne i sensoryczne gotowego produktu) [3].

Na etykietach nie umieszcza się informacji dotyczących zawartości składników mineralnych w piwie, a obowiązujące rozporządzenie Komisji (WE) nr 629/2008 z dnia 2 lipca 2008 r. [9] nie reguluje ich zawartości.

Celem prowadzonych badań było porównanie zawartości makroelementów: Mg, K i mikroelementów: Al, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Li i V w piwach butelkowych i puszkowych, wybranych producentów, dostępnych na rynku szczecińskim. Celem było również oszacowanie ilości makro- i mikroelementów dostarczanych do organizmu człowieka wraz ze spożywanym piwem.

### **Material i metody badań**

Badaniami objęto osiemnaście piw butelkowych i puszkowych wyprodukowanych w Polsce: Dębowe mocne, Harnaś, Jasne (Lider Price), Koźlak, Lech mocny, Tyskie, Warka jasne, Wojak, Volt, Żywiec, Guinness, Miller, Desperados, Carlsberg, Beck's, Pilsner Urquell, Heineken, Palm oraz dwa pochodzenia zagranicznego Corona (importowane z Meksyku) i Grolsch (pochodzące z Holandii). Piwa nabyto w sieci handlu detalicznego (sklepach i hurtowniach) na terenie Szczecina i województwa zachodniopomorskiego w 2006 roku.

W celu usunięcia CO<sub>2</sub> próbki piw odgazowywano w myjce ultradźwiękowej (Ultron, Polska) przez 15 min, a następnie oznaczano pierwiastki bezpośrednio z roztworu wodnego, stosując odpowiednie rozcieńczenie. Analizę zawartości wybranych pierwiastków: Mg, K, Al, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Li, V prowadzono metodą emisyjnej spektrometrii atomowej w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-AES) w aparacie Jobin Yvon JY 24. Otrzymane wyniki poddano analizie wariancji (ANOVA, test Dunca). Wyniki obliczeń weryfikowano na poziomie istotności  $p \leq 0,05$ .

### **Wyniki i dyskusja**

Zawartość magnezu w badanych piwach wynosiła od 92 do 220 mg/dm<sup>3</sup>, a potasu od 172 do 518 mg/dm<sup>3</sup>, przy czym średnia zawartość potasu (309 mg/dm<sup>3</sup>) we wszystkich badanych piwach była większa niż magnezu (132 mg/dm<sup>3</sup>) (tab. 1). Podobne spostrzeżenia dotyczą wyników otrzymanych przez Alcázara i wsp. [1]. Zalecane dzienne spożycie magnezu wynosi 300 - 370 mg/osobę, a potasu 3 500 mg/osobę [13].

Analiza statystyczna potwierdziła brak istotnych różnic zawartości magnezu i potasu w zależności od marki piwa. Nie stwierdzono również istotnego wpływu rodzaju opakowania na stężenie makroelementów w badanych piwach. Głównym źródłem magnezu jest słód, z którego do 1 l brzezki przechodzi około 130 mg tego pierwiastka.

Zawartość magnezu w napojach alkoholowych, takich jak piwo i wino wynosi od 4,3 do 26,7 mg/100 g [11]. Słód dostarcza 300 - 500 mg potasu na litr piwa. Ilość pota-

su w wodzie technologicznej nie powinna przekroczyć 10 mg/l, gdyż może on hamować aktywność niektórych enzymów w czasie zacierania oraz powodować słony smak piwa [3]. Typowa zawartość potasu w piwie i winie to 20,0 - 160 mg/100 g [11].

Tabela 1

Średnia zawartość makro- i mikroelementów w piwie [mg/dm<sup>3</sup>].  
Mean content of macro- and microelements in beer [mg/dm<sup>3</sup>].

Pierwiastek Element	Piwo butelkowe / Bottled beer				Piwo puszkowe / Canned beer			
	$\bar{X}$	$\pm$ SD	min	max	$\bar{X}$	$\pm$ SD	min	max
Mg	132	31	92	220	125	20	99	164
K	309	84	172	518	340	64	195	428
Al	0,80	0,19	0,09	1,04	0,86	0,26	0,19	1,13
Fe	0,14	0,07	0,05	0,27	0,14	0,11	0,08	0,45
Mn	0,12	0,05	0,03	0,21	0,11	0,04	0,03	0,15
Zn	0,13	0,10	0,04	0,39	0,11	0,07	0,06	0,28
Cu	0,04	0,02	0,01	0,09	0,04	0,01	0,02	0,05
Ni	0,07	0,04	0,00	0,13	0,09	0,04	0,02	0,14
Cr	0,029	0,013	0,003	0,052	0,026	0,007	0,018	0,034
Li	0,026	0,030	0,001	0,115	0,022	0,023	0,001	0,070
V	0,039	0,041	0,002	0,150	0,026	0,014	0,005	0,048

Zawartość poszczególnych mikroelementów nie przekraczała 1,13 mg/dm<sup>3</sup> i malała w następującej kolejności [mg/dm<sup>3</sup>]: Al – 0,86; Fe – 0,14; Mn – 0,12; Zn – 0,13; Cu – 0,04; Ni – 0,09; Cr – 0,029; Li – 0,03; V – 0,039. W kilku piwach nie stwierdzono obecności niklu, wanadu i litu (tab. 2).

Średnia zawartość glinu w badanym asortymencie była nieco większa od wartości podawanych przez Długaszek i Graczyk [6] i prawie dwukrotnie większa od podawanych przez Szafera i Nriagu [11], natomiast porównywalna z wartościami otrzymanymi przez Alcázara i wsp. [1]. W asortymencie badanych piw puszkowych średnie stężenia glinu były nieznacznie wyższe niż w butelkowych (tab. 1).

Stężenie żelaza zwykle nie przekraczało wartości 0,20 mg/dm<sup>3</sup> (tab. 2), która mogłaby wskazywać na niekorzystne zmiany sensoryczne piwa (ciemnienie) [3]. Wartość ta została przekroczona w piwach marki Harnaś, Jasne, Koźlak, Desperados oraz holenderskim piwie marki Grolsch, przy czym w tym ostatnim wynosiła 0,45 mg/dm<sup>3</sup>. Norma zalecanego dziennego pobrania żelaza wynosi 15-19 mg/osobę [13]. Zalecana zawartość żelaza w wodzie uzdatnionej do produkcji piwa wynosi <0,1 mg/dm<sup>3</sup> [3]. Obecność żelaza w wodzie w ilości ponad 0,3 mg/dm<sup>3</sup> wpływa ujemnie na smak wody, a w dalszej kolejności piwa [10]. Przy takim stężeniu Fe możliwe jest silne zabarwienie piany i nieprzyjemny cierpki posmak piwa. Zawartość żelaza większa niż

0,1 mg/dm<sup>3</sup> podczas fermentacji wpływa ujemnie na rozwój i aktywność drożdży, a stężenie 1 mg/dm<sup>3</sup> powoduje degenerację drożdży [3].

Zawartość manganu w brzeczce waha się między 0,10 - 0,20 mg/dm<sup>3</sup>, takie same ilości znajdują się w piwie [3]. W badanych piwach wynosiła ona od 0,03 do 0,21 mg/dm<sup>3</sup>, przy czym najmniej było go w piwie marki Żywiec, a najwięcej w piwie Harnaś (tab. 2). W wodzie technologicznej stężenie manganu nie powinno przekraczać 0,2 mg/dm<sup>3</sup>, ponieważ może on wpływać negatywnie na stabilność koloidalną piwa [3]. Rodzaj opakowania nie miał wpływu na stężenie tego metalu (tab. 1). Mangan, podobnie jak magnez, uaktywnia wiele enzymów takich, jak: dekarboksylazy, dehydrogenazy, kinazy, oksydazy, peroksydazy i peptydazy. Soki owocowe i napoje alkoholowe stanowią ubogie źródło manganu [11].

Zawartość cynku występowała na niskim poziomie, nieprzekraczającym 0,40 mg/dm<sup>3</sup>. Zalecana dzienna norma spożycia cynku wynosi 13 - 14 mg/osobę [13]. Stężenie cynku w wodzie wyższe niż 0,6 mg/dm<sup>3</sup> ma negatywny wpływ na przebieg fermentacji i stabilność koloidalną piwa. Nie stwierdzono istotnej różnicy jego zawartości w piwie butelkowym i w puszkowym (tab. 1). Cynk to bardzo ważny składnik w metabolizmie drożdży, działający korzystnie na przebieg fermentacji. W brzeczce nastawnej jego zawartość waha się między 0,04-0,15 mg/dm<sup>3</sup>, podczas gdy drożdże zawierają 3 - 25 mg Zn/100 g [3]. Soki owocowe i napoje alkoholowe charakteryzują się niskimi poziomami cynku [11].

Miedź w badanych piwach występowała również na niskim poziomie 0,01-0,09 mg/dm<sup>3</sup>. W piwie butelkowym stwierdzono taką samą jej zawartość, jak w piwie puszkowym. Norma zalecana na miedź wynosi 2,0 - 2,5 mg/osobę/dzień [13].

Zawartość niklu w piwach butelkowych i puszkowych była porównywalna i mieściła się w przedziale od wartości niewykrywalnych do 0,14 mg/dm<sup>3</sup>.

Najmniej było chromu, którego istotnie wyższe stężenia stwierdzono w piwie butelkowym, niż puszkowym (tab. 1). Zawartość tego pierwiastka była zbliżona do wartości podawanych przez Bulińskiego i wsp. [5] oraz zgodna z wartościami podanymi w tabelach zawartości pierwiastków śladowych w produktach spożywczych [7]. Zawartość chromu w piwie i winie wynosi od 0,0004 do 0,004 mg/100 g i od 0,002 do 0,11 mg/100 g [11].

Wanad w próbkach badanych piw występował na niskim poziomie, od wartości niewykrywalnych do 0,015 mg/100 g. Wuilloud i wsp. w piwach spożywanych w Argentynie stwierdzili blisko dziesięciokrotnie większą zawartość tego metalu [12]. W piwach butelkowych stwierdzono więcej tego metalu niż puszkowych (tab. 1 i 2). Stężenie wanadu w napojach alkoholowych jest wysokie i wynosi 0,001 - 0,005 mg/100 g w piwie, w którym jest go znacznie więcej niż w winie (0,000001 - 0,0001 mg/100 g). Piwo jest bogatym źródłem wanadu, szczególnie w Niemczech, a jest tam spożywane głównie przez mężczyzn [11].

Tabela 2

Zawartość makro- i mikroelementów w piwie [mg/dm<sup>3</sup>] (n = 15)Content of macro- and microelements in beer [mg/dm<sup>3</sup>] (n = 15)

Rodzaj opakowania Packaging type	Marka Brand	Rodzaj piwa Type of beer	Makro- i mikroelementy / Macro- and microelements										
			Mg	K	Al	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Li	V
Butelka / bottle	Guinness	ciemne stout-silne dark, strong	138	408	0,79	0,18	0,20	0,08	0,01	ns	0,006	0,004	0,014
	Miller	Jasne / light	114	228	0,83	0,06	0,12	0,04	0,01	0,03	0,003	ns	0,128
	Desperados	Jasne / light	108	226	0,90	0,22	0,12	0,09	0,03	0,11	0,014	0,069	0,150
	Carlsberg	Jasne / light	148	288	0,72	0,05	0,09	0,06	0,01	0,00	0,025	0,041	0,003
	Grosch	jasne / light pełne /heavy	144	330	0,76	0,09	0,12	0,07	0,04	0,01	0,022	0,058	0,022
	Beck's	jasne / light	92	274	0,68	0,10	0,14	0,30	0,02	ns	0,016	0,009	ns
	Pilsner Urquell	jasne / light	111	365	0,68	0,11	0,10	0,39	0,05	ns	0,023	0,006	0,027
	Heineken	jasne / light pełne / light	119	321	0,77	0,08	0,06	0,30	0,05	0,02	0,032	0,006	0,003
	Corona	jasne / light	129	172	0,83	0,11	0,21	0,07	0,02	0,02	0,052	0,115	0,044
	Palm	jasne / light	101	253	0,84	0,06	0,09	0,14	0,05	0,04	0,030	0,018	0,064
	Dębowe mocne	jasne mocne light strong	169	369	1,03	0,17	0,16	0,09	0,04	0,11	0,040	ns	0,053
	Harnaś	jasne pełne light heavy	127	241	0,91	0,24	0,21	0,11	0,06	0,08	0,026	0,021	0,018
	Jasne (Lider price)	Jasne pełne Light heavy	129	302	0,91	0,27	0,07	0,08	0,02	0,08	0,034	0,010	0,030
	Koźlak	Ciemne mocne Dark strong	220	518	0,89	0,24	0,15	0,10	0,06	0,13	0,048	0,032	0,030
	Lech mocny	jasne mocne light strong	189	422	1,04	0,19	0,16	0,09	0,06	0,13	0,049	0,002	0,065
	Tyskie	jasne pełne light heavy	116	309	0,09	0,13	0,09	0,08	0,05	0,10	0,032	0,001	0,031
	Warka jasne	jasne pełne light heavy	117	290	0,76	0,10	0,08	0,07	0,02	0,09	0,022	0,044	0,002
	Wojak	jasne mocne light heavy	98	240	0,90	0,15	0,06	0,06	0,04	0,09	0,042	0,002	0,007
Volt	jasne pełne light heavy	141	231	0,85	0,12	0,09	0,21	0,04	0,07	0,034	0,031	ns	
Żywiec	jasne pełne light heavy	139	402	0,80	0,11	0,03	0,13	0,09	0,11	0,036	0,003	0,014	

c.d. Tab. 2

Puszka / can	Dębowe mocne	jasne mocne light strong	121	368	1,13	0,13	0,10	0,08	0,05	0,14	0,033	0,001	0,048
	Lech mocny strong	jasne mocne light strong	123	319	0,91	0,11	0,11	0,06	0,05	0,09	0,020	ns	0,03
	Warka jasne	jasne pełne light heavy	131	329	0,95	0,09	0,11	0,09	0,02	0,11	0,033	0,046	0,005
	Volt	jasne pełne light heavy	102	195	0,90	0,10	0,12	0,06	0,02	0,08	0,018	0,023	0,027
	Żywiec	jasne pełne light heavy	111	406	1,04	0,10	0,03	0,07	0,05	0,10	0,028	0,003	0,044
	Carlsberg	Jasne / light	146	331	0,96	0,08	0,12	0,06	0,03	0,09	0,022	0,030	0,026
	Grosch	Jasne pełne Light heavy	164	371	0,80	0,45	0,14	0,16	0,04	0,12	0,034	0,070	0,017
	Beck's	Jasne / light	99	306	0,19	0,10	0,15	0,13	0,02	ns	0,018	0,013	0,006
	Pilsner Urquell	Jasne / light	128	428	0,75	0,09	0,12	0,28	0,04	0,02	0,026	0,007	0,028
	Heineken	Jasne pełne Light heavy	125	343	0,92	0,11	0,05	0,13	0,03	0,03	0,032	0,007	0,030

Zawartość niektórych metali wykazywała znaczne zróżnicowanie w zależności od rodzaju opakowania oraz marki piwa. Biorąc pod uwagę zawartość wszystkich badanych mikroelementów można stwierdzić, że występowały one na niskim poziomie i nie odbiegały od zawartości podawanych przez innych autorów [1, 3, 8].

Dane statystyczne z roku 2004 wskazują, że spożycie piwa w Polsce wynosi 69,1 l/os./rok, czyli ok. 0,2 l/os./dzień. Najwięcej piwa wypijają Czesi następnie Irlandczycy, Niemcy, Australijczycy oraz Austriacy [14]. Biorąc pod uwagę dzienne zapotrzebowanie dorosłego człowieka na makro- i mikroelementy [13], piwo stanowi bogate źródło chromu (13-54%) i magnezu (8-33%), natomiast ubogie pod względem pozostałych pierwiastków (poniżej 0,01 % dziennego zapotrzebowania).

### Wnioski

1. Wartości wybranych makro- i mikroelementów w badanych piwach były typowe dla tych produktów i nie stwarzały zagrożenia zanieczyszczenia piwa metalami.
2. Stwierdzono dużą zawartość glinu, mogącą świadczyć o przenikaniu tego pierwiastka do gotowego produktu z aparatury podczas procesów produkcyjnych oraz z opakowań zbiorczych, podczas przechowywania.
3. Piwo stanowi bogate źródło chromu i magnezu oraz w mniejszym stopniu pozostałych badanych mikro- i makroelementów.

## Literatura

- [1] Alcázar A., Pablos F, Martin J., Gonzales G.: Multivariate characterisation of beers according to their mineral content. *Talanta*, 2002, **57**, 45-52.
- [2] Asfaw A., Wibetoe G.: Direct analysis of beer by ICP-AES: a very simple method for determination of Cu, Mn and Fe. *Microchim. Acta*, 2005, **152**, 61-68.
- [3] Baca E.: Wpływ składu chemicznego wody na proces produkcji i jakość piwa. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1999, **1**, 35-38.
- [4] Bellido –Milla D., Oñate-Jaén A., Palacios-Santander J. M., Palacios-Tejero D., Hernández-Artiga M. P.: Beer digestion for metal determination by atomic spectrometry and residual organic matter. *Microchim. Acta*, 2004, **144**, 183-190.
- [5] Buliński R., Wyszogrodzka-Koma L., Marzec Z.: Badania zawartości niektórych pierwiastków śladowych w produktach spożywczych krajowego pochodzenia Cz. XXI. Zawartość ołowiu, kadmu, chromu, cynku, manganu, miedzi, niklu i żelaza w piwach. *Bromatol. Chem. Toksykol.*, 1996, **2**, 167-172.
- [6] Długaszek M, Graczyk A.: Oddziaływanie glinu na organizm człowieka. *Przem. Spoż.*, 1999, **7**, 40-42.
- [7] Marzec Z., Iwanow K., Kunachowicz H., Rutkowska U.: Tabele zawartości pierwiastków śladowych w produktach spożywczych. Warszawa 1992, s. 105.
- [8] Pazera T., Rzemieniuk T.: *Browarnictwo. WSiP*, Warszawa 1998.
- [9] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 629/2008 z dnia 2 lipca 2008 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- [10] Salamon A.: Parametry jakości wody dla piwowarstwa i metody badań. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1999, **1**, 32-35.
- [11] Szefer P., Nriagu J. O.: *Mineral Components in Foods*. CRC Press, 2007, pp. 233-283.
- [12] Wuilloud R., Marchevsky E., Olsina R., Martinez L.: Rapid and simple method for the determination of vanadium in beer by ICP AES with ultrasonic nebulization. *J. Anal. Chem.*, 2001, **56**, 77-80.
- [13] Ziemiański Ś. (pod red): *Normy żywienia dla ludności w Polsce*. Nowa Medycyna, 1998, **4**, 21-22.
- [14] Beer consumption per capita around the world. *Brewers Association of Japan*.  
[www.brewers.or.jp/english](http://www.brewers.or.jp/english)

## MACRO- AND MICROELEMENTS IN SOME SELECTED ASSORTMENTS OF BEER

### Summary

The first objective of the study was to compare the content of macro-elements: Mg, K, Al, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Li, and V in the bottled and canned beers, produced by the selected beer manufacturers present in the market in Szczecin. The second objective was to assess the contents of macro- and microelements supplied to human organism with ingested beer. The chemical analysis was performed using an Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry (ICP - AES). In the beers examined, the content of magnesium ranged from 92 to 220 mg/dm<sup>3</sup> and the content of potassium: from 172 to 518 mg/dm<sup>3</sup>. Various concentrations of the individual microelements were found, however, their contents did not exceed 1.13 mg/dm<sup>3</sup>. The contents of selected metals did not differ from the values as reported in the Polish and foreign literature. The research as presented in this paper proves that beer can be a reach source of chromium and magnesium, but an insignificant source of other micro- and macro-elements.

**Key words:** beer, mineral elements, atomic emission spectrometry ☒



SŁAWOMIR PIETRZYK, TERESA FORTUNA, IRENA BOJDO-TOMASIAK,  
KAROLINA MORAWIEC

## WPLYW TEMPERATURY I CZASU PRZECHOWYWANIA NA WYBRANE PARAMETRY JAKOŚCIOWE OWOCÓW KANDYZOWANYCH

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu temperatury i czasu przechowywania owoców kandyzowanych na zawartość kwasu sorbowego, cukrów redukujących i zmiany kwasowości ogólnej. Materiałem badawczym były owoce kandyzowane (agrest, śliwka, jarzębina) wyprodukowane w Przetwórni Owoców i Warzyw „Prospona” Sp. z o.o. Owoce składowane były przez jedenaście miesięcy w temperaturze chłodniczej (8 °C) i pokojowej (20 °C). Analizy wykonano po 3, 5, 7, 9 i 11 miesiącach przechowywania. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono wpływ temperatury i czasu przechowywania badanych produktów na zawartość kwasu sorbowego. Wszystkie owoce składowane w temperaturze chłodniczej w całym okresie przechowywania charakteryzowały się wyższą zawartością kwasu sorbowego niż owoce składowane w temperaturze pokojowej. Ponadto po jedenastu miesiącach, niezależnie od temperatury przechowywania, stwierdzono w badanych produktach niewielkie zmniejszenie kwasowości ogólnej oraz nieznaczny wzrost zawartości cukrów redukujących. Jedynie w agrestcie kandyzowanym przechowywanym w temperaturze pokojowej zawartość cukrów redukujących była wyższa niż w agrestcie przechowywanym w temperaturze chłodniczej.

**Słowa kluczowe:** owoce kandyzowane, przechowywanie, kwas sorbowy, kwasowość ogólna, cukry redukujące

### Wprowadzenie

Owoce kandyzowane to produkty otrzymane z owoców świeżych lub mrożonych, odpowiednio przygotowanych, a następnie wysyconych roztworem sacharozy z dodatkiem syropu ziemniaczanego i ewentualnie kwasów spożywczych. Spośród owoców najczęściej kandyzuje się czereśnie, wiśnie, brzoskwinie, morele, śliwki, poziomki,

---

*Dr inż. S. Pietrzyk, prof. dr hab. T. Fortuna, mgr inż. K. Morawiec, Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, mgr inż. I. Bojdo-Tomasiaak, Przetwórnia Owoców i Warzyw „Prospona”, ul. Węgierska 11, 33-300 Nowy Sącz*

agrest, jarzębinę i skórkę pomarańczową. Owoce kandyzowane są wykorzystywane w cukiernictwie jako dodatek do ciast, pieczywa cukierniczego oraz jako dodatki smakowe i zdobnicze w produkcji lodów, deserów i koktajli [9, 23]. Środkiem konserwującym często stosowanym do produktów kandyzowanych jest kwas sorbowy lub jego sól potasowa (ze względu na lepszą rozpuszczalność w wodzie i większą odporność na utlenianie). Kwas sorbowy uznaje się za jeden z bezpieczniejszych środków konserwujących. W obecności węglowodanów w organizmie człowieka kwas sorbowy ulega procesowi  $\beta$ -oksydacji podobnie jak inne kwasy tłuszczowe. Końcowymi produktami jego przemian są ditlenek węgla i woda. Przypuszcza się, że konserwujące działanie kwasu sorbowego polega głównie na hamowaniu aktywności dehydrogenaz i innych enzymów sulfohydrilowych, jak fumaraza i aspartaza w komórkach mikroorganizmów. Enzymy te są znacznie inhibitowane już przy niskich stężeniach kwasu sorbowego (0,015 - 0,04 %), a przy stężeniu 0,1 % prawie całkowicie tracą swoją aktywność. Działanie konserwujące kwasu sorbowego zależy przede wszystkim od pH środowiska, gdyż związek ten wykazuje aktywność przeciw drobnoustrojom niemal wyłącznie w postaci niezdysoncjowanej. Taka forma kwasu łatwiej przenika przez błonę komórkową do wnętrza mikroorganizmu niż postać zdysocjowana. Dlatego kwas sorbowy i jego sole mają silne działanie bakteriostatyczne w środowisku kwaśnym [3, 4, 12]. Działanie kwasu sorbowego na drożdże jest silniejsze niż na bakterie, dlatego jest on często stosowany w produktach kandyzowanych. Na stabilność i efektywność działania kwasu sorbowego i jego soli oprócz kwasowości, temperatury i aktywności wody mają wpływ składniki naturalne (np. cukry, tłuszcze, aminokwasy, chlorek wapnia), jak również substancje dodatkowe (np. sztuczne substancje słodzące, fosforany) znajdujące się w produktach spożywczych [3, 6, 7, 8, 13, 15].

Obecnie obserwuje się bardzo wyraźny wzrost świadomości konsumentów na temat wpływu jakości żywności na stan ich zdrowia i samopoczucie. Dlatego celem firm spożywczych (m.in. owocowo-warzywnych) jest wytwarzanie żywności bezpiecznej, która w całym okresie przydatności do spożycia będzie jakościowo identyczna lub zbliżona do produktu zaraz po wytworzeniu. Chcąc chronić zdrowie konsumentów, a przy tym opracować produkt trwały, prowadzi się badania pozwalające uzyskać odpowiedź m.in. na pytanie, w jakim stopniu czas i warunki przechowywania produktów spożywczych wpływają na zmiany zawartości substancji konserwujących, jak również na ich skład chemiczny.

Celem pracy było określenie wpływu temperatury i czasu przechowywania owoców kandyzowanych na zawartość w nich kwasu sorbowego, cukrów redukujących i zmiany kwasowości ogólnej.

### Material i metody badań

Materiał do badań stanowiły owoce – agrest, śliwka, jarzębina – kandyzowane w syropie glukozowo-fruktozowym z dodatkiem sacharozy (10 %), wyprodukowane w Przetwórni Owoców i Warzyw „Prospina” Sp. z o.o. W materiale wyjściowym zaraz po wyprodukowaniu oznaczono zawartość cukrów ogółem [20], zawartość wody [17] i pH [19] (tab. 1).

Tabela 1

Zawartość cukrów ogółem i wody oraz pH owoców kandyzowanych.  
Content of total sugars and water, and pH value of candied fruit.

Produkt Product	Zawartość cukrów ogółem Content of total sugars [g/100 g]	Zawartość wody Content of water [g/100 g]	pH
Agrest kandyzowany Candied goosberry	66,23 ± 0,45	21,14 ± 0,20	2,90 ± 0,02
Śliwka kandyzowana Candied plum	56,27 ± 0,45	23,04 ± 0,41	3,74 ± 0,02
Jarzębina kandyzowana Candied rowanberry	63,06 ± 0,22	17,94 ± 0,12	3,13 ± 0,02

Wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation

Owoce kandyzowane (w szklanych opakowaniach jednostkowych) były przechowywane w temp. pokojowej ( $20 \pm 2$  °C) oraz w temperaturze chłodniczej ( $8 \pm 2$  °C). Badane produkty poddano analizie chemicznej bezpośrednio po wytworzeniu oraz po 3, 5, 7, 9 i 11 miesiącach przechowywania.

W owocach kandyzowanych oznaczano:

1. Zawartość kwasu sorbowego metodą spektrofotometryczną zgodnie z PN [21]. Jako reagenta używano katalizatora miedziowego ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Pomiar absorbancji wykonywano przy długości fali  $\lambda = 256$  nm;
2. Kwasowość ogólną metodą potencjometryczną w przeliczeniu na kwas jabłkowy zgodnie z PN [18];
3. Zawartość cukrów redukujących metodą Lane-Eynona zgodnie z PN [20].

Wyniki badań poddano statystycznej dwuczynnikowej analizie wariancji (poziom istotności  $\alpha = 0,05$ ), stosując program Microsoft Excel 2000. Wartości średnie z trzech powtórzeń wraz z odchyleniami standardowymi przedstawiono w tabelach.

## Wyniki i dyskusja

Wykonane badania zawartości kwasu sorbowego wykazały, że jego ilość w kandyzowanym agrestcie, śliwkach i jarzębinie (tab. 2) była nie większa niż 1 g/kg produktu, co jest zgodne z normą [22].

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zawartość kwasu sorbowego w badanych produktach zaraz po wytworzeniu wynosiła od 408,9 mg/kg w agrestcie do 635,4 mg/kg w śliwce. W trakcie przechowywania badanych produktów kandyzowanych jego zawartość malała, zarówno w produktach przechowywanych w temp. 20 °C, jak i w temp. 8 °C. Wyjątek stanowiła jedynie jarzębina przechowywana w temperaturze pokojowej, w której następował systematyczny wzrost zawartości kwasu sorbowego do piątego miesiąca składowania.

W kandyzowanym agrestcie przechowywanym w temp. 20 °C zawartość kwasu sorbowego w kolejnych miesiącach składowania systematycznie malała. Po jedenastu miesiącach przechowywania produktu w temp. pokojowej jego zawartość zmniejszyła się o ponad 50 % w odniesieniu do jego zawartości bezpośrednio po produkcji. Natomiast zawartość kwasu sorbowego w agrestcie przechowywanym w temperaturze chłodniczej przez pięć miesięcy była na jednakowym poziomie, dopiero po dłuższym czasie składowania zaobserwowano zmniejszenie jego zawartości. Po jedenastu miesiącach przechowywania zawartość kwasu sorbowego zmniejszyła się o ponad 20 % w odniesieniu do jego ilości bezpośrednio po produkcji.

Zawartość kwasu sorbowego w śliwce kandyzowanej systematycznie malała, zarówno w produktach przechowywanych w temperaturze chłodniczej, jak i w temperaturze pokojowej. Po jedenastomiesięcznym przechowywaniu śliwki kandyzowanej w temperaturze 20 °C stwierdzono zmniejszenie zawartości kwasu sorbowego o blisko 65 %, natomiast przechowywanej w temp. 8 °C o prawie 30 % w stosunku do jego zawartości bezpośrednio po wyprodukowaniu wyrobu.

W jarzębinie kandyzowanej przechowywanej w temp. 20 °C zawartość kwasu sorbowego początkowo wzrastała do piątego miesiąca przechowywania, a następnie zaobserwowano jego zmniejszenie. Największą zawartość kwasu sorbowego (654,8 mg/kg) w produkcie przechowywanym w temperaturze pokojowej oznaczono w próbkach badanych po piątym miesiącu przechowywania. Prawdopodobnie mogło to być spowodowane rozkładem kwasu parasorbowego (który naturalnie występuje w owocach jarzębiny) do kwasu sorbowego [12]. Badania przeprowadzone po kolejnych miesiącach przechowywania wykazały zmniejszenie zawartości substancji konserwującej. Po jedenastu miesiącach przechowywania produktu w temperaturze pokojowej zawartość kwasu sorbowego zmniejszyła się o 70 % w odniesieniu do ilości oznaczonej bezpośrednio po produkcji. Analizując wyniki dotyczące jarzębiny kandyzowanej przechowywanej w temp. 8 °C stwierdzono natomiast, że zawartość kwasu

Tabela 2

Zawartość kwasu sorbowego w kandyzowanych owocach [mg/kg].  
Content of sorbic acid in candied fruit [mg/kg].

Produkt Product	Temperatura przechowywania Temperature of storage [°C]	Czas przechowywania [miesiące] / Time of storage [months]								
		0	3	5	7	9	11			
Agrest kandyzowany Candied gooseberry	8	408,9 ± 8,8	398,4 ± 5,0	396,0 ± 6,8	380,1 ± 2,6	323,3 ± 1,9	311,3 ± 5,0			
	20	408,9 ± 8,8	355,6 ± 4,7	293,4 ± 3,8	272,1 ± 3,1	243,4 ± 3,1	188,8 ± 4,5			
Śliwka kandyzowana Candied plum	8	635,4 ± 8,0	591,5 ± 5,6	571,5 ± 4,7	542,2 ± 5,6	475,2 ± 4,0	453,3 ± 3,2			
	20	635,4 ± 8,0	541,8 ± 10,2	518,9 ± 4,5	477,1 ± 5,0	247,0 ± 2,5	224,6 ± 2,6			
Jarzębina kandyzowana Candied rowanberry	8	552,8 ± 2,6	530,3 ± 1,9	532,8 ± 3,1	473,6 ± 4,4	341,9 ± 2,6	237,9 ± 3,2			
	20	552,8 ± 2,6	580,9 ± 2,5	654,8 ± 3,1	570,4 ± 5,7	306,0 ± 3,8	168,6 ± 2,5			

Wartość średnia ± odchylenie standardowe / Mean value ± standard deviation

Tabela 3

Kwasowość ogólna kandyzowanych owoców w przeliczeniu na kwas jabłkowy [g/100 g].  
Total acidity of candied fruit expressed as apple acid [g/100 g].

Produkt Product	Temperatura przechowywania Temperature of storage [°C]	Czas przechowywania [miesiące] / Time of storage [months]								
		0	3	5	7	9	11			
Agrest kandyzowany Candied gooseberry	8	0,92 ± 0,01	0,89 ± 0,01	0,91 ± 0,01	0,91 ± 0,01	0,89 ± 0,01	0,84 ± 0,01			
	20	0,92 ± 0,01	0,91 ± 0,02	0,89 ± 0,01	0,90 ± 0,01	0,87 ± 0,01	0,83 ± 0,02			
Śliwka kandyzowana Candied plum	8	1,44 ± 0,01	1,42 ± 0,01	1,41 ± 0,01	1,41 ± 0,01	1,37 ± 0,01	1,35 ± 0,01			
	20	1,44 ± 0,01	1,43 ± 0,01	1,39 ± 0,01	1,41 ± 0,01	1,37 ± 0,01	1,34 ± 0,01			
Jarzębina kandyzowana Candied rowanberry	8	0,87 ± 0,01	0,86 ± 0,02	0,86 ± 0,01	0,85 ± 0,01	0,83 ± 0,01	0,82 ± 0,01			
	20	0,87 ± 0,01	0,87 ± 0,01	0,86 ± 0,01	0,84 ± 0,01	0,83 ± 0,01	0,81 ± 0,01			

Wartość średnia ± odchylenie standardowe / Mean value ± standard deviation

sorbowego była największa bezpośrednio po wyprodukowaniu produktu i wynosiła ok. 552,8 mg/kg. W kolejnych miesiącach składowania zawartość substancji konserwującej systematycznie zmniejszała się. Wyjątkiem jest okres pomiędzy trzecim a piątym miesiącem przechowywania, kiedy zawartość kwasu sorbowego była na stałym poziomie. Po jedenastu miesiącach przechowywania produktu w temperaturze chłodniczej zawartość kwasu sorbowego zmniejszyła się o ponad 55 % w odniesieniu do jego ilości bezpośrednio po produkcji.

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała, że w badanych produktach kandyzowanych zarówno czas przechowywania (agrest:  $F_{obl.} = 735,4$ ; śliwka:  $F_{obl.} = 2365,5$ ; jarzębina  $F_{obl.} = 13581,1$ ;  $F_{test} = 2,6$ ), jak i temperatura (agrest:  $F_{obl.} = 1856,8$ ; śliwka:  $F_{obl.} = 3050,1$ ; jarzębina  $F_{obl.} = 614,6$ ;  $F_{test} = 4,3$ ) miały wpływ na zawartość kwasu sorbowego.

Zmniejszenie zawartości kwasu sorbowego w trakcie przechowywania jest w dużym stopniu spowodowane procesem utleniania, który zachodzi szybciej w wyższej temperaturze. Wynik oznaczenia zawartości kwasu sorbowego w badanych produktach przechowywanych w różnej temperaturze jest zgodny z wynikami uzyskanymi wcześniej [16]. Podobne wyniki otrzymali również Bolin i wsp. [3], Korus i wsp. [13], którzy stwierdzili większą degradację kwasu sorbowego w produktach owocowo-warzywnych przechowywanych w wyższej temperaturze. López-Malo i Palou [14] w produkcie spożywczym (plastry ananasa w syropie cukrowym) przechowywanym w temp. 25 °C wyznaczyli wyższą wartość stałej szybkości reakcji degradacji sorbinianu potasu niż przechowywanym w temperaturze 5 °C.

Na stabilność kwasu sorbowego w analizowanych produktach miały również wpływ cukry obecne w dużej ilości w produktach kandyzowanych. Jednakże wyniki badań naukowców nie są jednoznaczne. Campos i wsp. [6] wykazał brak wpływu jednoprocenowego dodatku sacharozy na stabilność kwasu sorbowego. Thakur i wsp. [25] stwierdzili, że cukry przeciwdziałają procesom degradacji kwasu sorbowego. Z kolei Vidyasagar i Arya [26] i Arya [2] twierdzą, że dopiero zawartość powyżej 10 % sacharozy wpływa na zmniejszenie degradacji kwasu sorbowego. Takie stężenie sacharozy utrudnia rozpuszczalność tlenu w wodzie, co powoduje trudniejszy jego dostęp do kwasu. Według Gliemmo i wsp. [7] glukoza zwiększa degradację kwasu sorbowego, natomiast sacharoza zwiększa stabilność kwasu, przy stałej aktywności wody produktu. Gliemmo i wsp. [8] w późniejszych badaniach dowiedli, że 10 % zawartość glukozy (jako substancji higroskopijnej) wpływa na przyspieszenie degradacji kwasu sorbowego. Odmienne wyniki uzyskali natomiast Thakur i Arya [24], którzy stwierdzili, że degradacja kwasu sorbowego wzrastała wraz ze wzrostem aktywności wody. Ponadto Bolin i wsp. [3] wykazali mniejszą zawartość kwasu sorbowego w śliwkach o wilgotności 37 % niż w śliwkach o wilgotności 28 % po 2 tygodniach przechowywania.

Zawartość kwasów ogółem w przeliczeniu na kwas jabłkowy w kandyzowanym agrestcie, śliwce i jarzębinie przedstawiono w tab. 3. Bezpośrednio po wytworzeniu kwasowość ogólna badanych produktów kandyzowanych wynosiła od 0,87 g/100 g w jarzębinie do 1,44 g/100 g w śliwce. Badania przeprowadzone po jedenastomiesięcznym przechowywaniu dowodzą, że zawartość kwasów ogółem w kandyzowanym agrestcie, śliwce i jarzębinie zmniejszyła się w niewielkim stopniu. Zmiany te wyniosły około 10 %.

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała, że w badanych produktach kandyzowanych jedynie czas przechowywania miał wpływ na zmiany kwasowości ogólnej (agrest:  $F_{obl.} = 73,0$ ; śliwka:  $F_{obl.} = 60,6$ ; jarzębina  $F_{obl.} = 24,9$ ;  $F_{test} = 2,6$ ), natomiast temperatura przechowywania nie wpłynęła na zmianę tego parametru (agrest:  $F_{obl.} = 3,1$ ; śliwka:  $F_{obl.} = 1,5$ ; jarzębina  $F_{obl.} = 0,1$ ;  $F_{test} = 4,3$ ).

Obniżenie kwasowości ogólnej badanych produktów spowodowane było prawdopodobnie w głównej mierze rozkładem kwasu sorbowego. Kmieciak i Lisiewska [10] wykazali, że w miarę zwiększania zawartości kwasu sorbowego w kiszonych owocach cukini wzrasta również ich kwasowość ogólna i obniża się pH. Niewielkie zmiany zawartości kwasów ogółem podczas przechowywania dżemów owocowych z kilku gatunków owoców stwierdzili również Kmieciak i wsp. [11]. Badania przeprowadzone przez Korus i wsp. [13] także wykazały niewielkie, 10% zmniejszenie kwasowości ogólnej brzoskwiń w żelu. Badania Korus i wsp. [13] dodatkowo wykazały, że temperatura przechowywania nie miała wpływu na wielkość zmian kwasów ogółem. Brak wpływu temperatury przechowywania (5 i 25 °C) na wahania kwasowości ogólnej soku z karamboli stwierdzili również Yusof i Chiong [27]. Wykazali oni natomiast, że sok z karamboli o wartości 55 °Brix charakteryzował się dużo mniejszymi wahaniami kwasowości miareczkowej niż sok o wartości 35 i 45 °Brix w ciągu 40 dni przechowywania. Buedo i wsp. [5] natomiast zauważyli zależny od temperatury wzrost kwasowości miareczkowej koncentratu soku brzoskwiniowego przechowywanego 120 dni w temperaturze 15, 30 i 37 °C. Najniższa temperatura przechowywania spowodowała wzrost kwasowości ogólnej poniżej 5 %, pozostałe wartości temperatury odpowiednio powyżej 10 % i 15 %. Z kolei badania Alaka i wsp. [1] wykazały, że na zmiany kwasowości ogólnej w trakcie przechowywania wpływa również rodzaj zastosowanego opakowania. Stwierdzili oni [1] zwiększenie kwasowości ogólnej soku z owoców mango przechowywanego 8 tygodni w opakowaniu polietylenowym, natomiast zmniejszenie – przechowywanego w butelce z PET oraz w opakowaniu szklanym.

Zawartość cukrów redukujących (tab. 4) na początku przechowywania była najmniejsza w śliwce (53,84 g/100 g), natomiast największa w jarzębinie (60,21 g/100 g). Analizując otrzymane wyniki stwierdzono zwiększenie zawartości cukrów redukujących zarówno w owocach kandyzowanych przechowywanych w temp. 20 °C, jak i w temp. 8 °C. Zarówno w śliwce, jak i w jarzębinie kandyzowanej, w całym okresie



przechowywania, w obu temperaturach wzrost zawartości cukrów redukujących był mały i wynosił ok. 5 % wartości początkowej.

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała, że w tych owocach (podobnie jak w przypadku kwasowości ogólnej) jedynie czas przechowywania miał wpływ na wzrost zawartości cukrów redukujących (śliwka:  $F_{obl.} = 21,4$ ; jarzębina  $F_{obl.} = 25,1$ ;  $F_{test} = 2,6$ ), natomiast temperatura przechowywania nie wpływała na zawartość tego składnika (śliwka:  $F_{obl.} = 0,4$ ; jarzębina  $F_{obl.} = 0,1$ ;  $F_{test} = 4,3$ ).

Tabela 4

Zawartość cukrów redukujących w kandyzowanych owocach [g/100 g].

Content of reducing sugars in candied fruit [g/100 g].

Produkt Product	Temperatura przechowywania Temperature of storage [°C]	Czas przechowywania [miesiące] Time of storage [months]					
		0	3	5	7	9	11
Agrest kandyzowany Candied gooseberry	8	57,87 ± 0,81	60,21 ± 0,40	59,19 ± 0,70	60,91 ± 0,74	63,17 ± 1,03	64,56 ± 0,52
	20	57,87 ± 0,81	64,28 ± 0,50	64,01 ± 0,39	64,81 ± 0,81	65,14 ± 0,36	66,49 ± 0,41
Śliwka kandyzowana Candied plum	8	53,84 ± 0,43	54,80 ± 0,67	55,28 ± 0,17	55,29 ± 0,61	55,58 ± 0,34	56,49 ± 0,64
	20	53,84 ± 0,43	55,28 ± 0,34	55,09 ± 0,44	55,28 ± 0,17	55,68 ± 0,45	56,70 ± 0,62
Jarzębina kandyzowana Candied rowanberry	8	60,21 ± 0,52	61,87 ± 0,56	61,99 ± 0,73	62,24 ± 0,15	62,66 ± 0,51	63,40 ± 0,39
	20	60,21 ± 0,52	62,23 ± 0,71	62,11 ± 0,37	62,48 ± 0,47	62,98 ± 0,22	63,11 ± 0,58

Wartość średnia ± odchylenie standardowe / Mean value ± standard deviation

W agrestie kandyzowanym natomiast wzrost zawartości cukrów redukujących w całym okresie przechowywania był wyższy niż w pozostałych owocach. W agrestie przechowywanym w temp. pokojowej nastąpił największy wzrost zawartości cukrów redukujących (ponad 6 g/100 g produktu) po pierwszych trzech miesiącach przechowywania. W kolejnych miesiącach przyrost nie był już tak intensywny. Po jedenastu miesiącach przechowywania agrestu w tej temperaturze wzrost zawartości cukrów redukujących wyniósł ponad 8,5 g/100 g produktu. W agrestie kandyzowanym przechowywanym w temp. chłodniczej natomiast największe zmiany zaobserwowano po trzecim i dziewiątym miesiącu przechowywania (średnio o blisko 3 g/100 g produktu). Po całym okresie przechowywania zawartość cukrów redukujących wzrosła o ponad 6,5 g/100 g produktu. Większy przyrost zawartości cukrów redukujących w agrestie



(w porównaniu z pozostałymi owocami) spowodowany był niższym pH i większą zawartością cukrów nieredukujących w produkcie.

Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała, że w agrestcie kandyzowanym zarówno czas ( $F_{obl.} = 93,7$ ;  $F_{test} = 2,6$ ), jak i temperatura przechowywania ( $F_{obl.} = 154,6$ ;  $F_{test} = 4,3$ ) miały wpływ na wzrost zawartości cukrów redukujących.

Zawartość cukrów redukujących we wszystkich badanych owocach kandyzowanych po 11 miesiącach przechowywania była na poziomie zawartości cukrów ogółem oznaczonym na początku i w całym okresie przechowywania. Wyniki zmian zawartości cukrów ogółem w trakcie przechowywania nie zostały przedstawione, gdyż nie nastąpiły zmiany statystycznie istotne tego parametru. Wyjątek stanowił agrest przechowywany w temp. 8 °C, w którym był on mniejszy o prawie 2 g/100 g produktu.

W przetwórstwie owocowo-warzywnym roztwory cukrów stosowane do kandyzowania mają ekstrakt od 30 - 75 % [9, 23]. Cukry redukujące zawarte w badanych produktach pochodziły z owoców, jak również z syropu glukozowo-fruktozowego, którym były kandyzowane. Wzrost zawartości cukrów redukujących w owocach kandyzowanych w czasie przechowywania był następstwem hydrolizy sacharozy, (naturalnie występującej w owocach) oraz sacharozy pochodzącej z syropu kandyzującego. W badanych owocach kandyzowanych jednakowy poziom cukrów redukujących po 11 miesiącach przechowywania i cukrów ogółem może świadczyć o całkowitej hydrolizie sacharozy w nich zawartej. Gliemmo i wsp. [7] również twierdzą, że w sokach (środowisko kwaśne) może następować hydroliza sacharozy w trakcie przechowywania. Zmniejszenie zawartości sacharozy, a wzrost zawartości glukozy i fruktozy w soku z trzciny cukrowej przechowywanej 15 dni w temperaturze 5 i 27 °C stwierdzili Yusof i wsp. [28]. Według tych autorów sacharoza ulegała hydrolizie do cukrów redukujących.

## Wnioski

1. W badanych owocach kandyzowanych, po wyprodukowaniu zawartość kwasu sorbowego była największa w śliwce, a najmniejsza w agrestcie. W trakcie przechowywania (w obu temperaturach) następowało zmniejszenie jego zawartości we wszystkich badanych próbkach. Wyjątek stanowiła jarzębina przechowywana w temperaturze pokojowej, w której do 5. miesiąca składowania następował wzrost zawartości kwasu sorbowego.
2. Wszystkie owoce kandyzowane przechowywane w temperaturze chłodniczej charakteryzowały się większą zawartością kwasu sorbowego niż owoce kandyzowane przechowywane w temperaturze pokojowej.
3. Po jedenastu miesiącach przechowywania badanych produktów stwierdzono niewielkie obniżenie kwasowości ogólnej (o ok. 10 %) i nieznaczny wzrost zawartości cukrów redukujących (o ok. 5 %) niezależny od temperatury. Jedynie w agre-

ście kandyzowanym przechowywanym w temperaturze pokojowej zawartość cukrów redukujących była większa niż w agreście przechowywanym w temperaturze chłodniczej.

### Literatura


- [1] Alaka O.O., Aina J.O., Falede K.O.: Effect of storage conditions on the chelical attributes of ogbomos mango juice. *Eur. Food Res. Technol.*, 2003, **218** (1), 79-82.
- [2] Arya S.S.: Stability of sorbic acid in aqueous solutions. *J. Agric. Food Chem.*, 1980, **28**, 1246-1249.
- [3] Bolin H.R., King A.D., Stafford A.E.: Sorbic acid loss from high moisture prunes. *J. Food Sci.*, 1980, **45**, 1434-1435.
- [4] Brul S., Coote P.: Preservative agents in foods. Mode of action and microbial resistance mechanisms. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, **50** (1-2), 1-17.
- [5] Buedo A.P., Elustondo M.P., Urbicain M.J.: Amino acid loss in peach juice concentrate during storage. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2001, **1**, 281-288.
- [6] Campos C.A., Gerschenson L.N.: Effect of certain additives on sorbate stability. *Food Res. Int.*, 1996, **2**, 147-154.
- [7] Gliemmo M.F., Campos C.A., Gerschenson L.N.: Interaction between potassium sorbate and aspartame in aqueous model sugar systems. *J. Food Sci.*, 2001, **66** (3), 428-431.
- [8] Gliemmo M.F., Calvino A.M., Tamasi O., Gerschenson L.N., Campos C.A.: Interactions between aspartame, glucose and xylitol in aqueous systems containing potassium sorbate. *Food Sci. Technol. – Lebensm. Wiss.*, 2008, **41**, 611-619.
- [9] Jarczyk A.: Kandyzowanie owoców i warzyw. *Przem. Spoż.*, 1999, **4**, 19-20.
- [10] Kmieciak W., Lisiewska Z.: Wpływ dodatku sorbinianu potasu na jakość kiszonych owoców cukini. *Roczn. PZH*, 1994, **44** (4), 301-309.
- [11] Kmieciak W., Lisiewska Z., Jaworska G.: Effect of aronia berry honey syrup used for sweetening jams on their quality. *Nahrung/Food*, 2001, **4**, 273-279.
- [12] Kołakowski E.: Substancje konserwujące żywność. Część I. *Przem. Spoż.*, 2000, **4**, 46-52.
- [13] Korus A., Lisiewska Z., Kmieciak W.: Ocena jakości brzoskwiń w żelu konserwowanych kwasem sorbowym w zależności od warunków przechowywania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **1** (50), 113-123.
- [14] López-Malo A., Palou E.: Storage stability of pineapple slices preserved by combined methods. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2008, **43**, 289-295.
- [15] Marin S., Abellana M., Rubinat M., Sanchis V., Ramos A.J.: Efficacy of sorbates on the control of the growth of *Eurotium species* in bakery products with near neutral pH. *Int. J. Food Microbiol.*, 2003, **87**, 251-258.
- [16] Pietrzyk S., Fortuna T., Felis M., Kocjan-Chmist M.: Wpływ warunków przechowywania produktów owocowo-warzywnych na zawartość kwasu sorbowego. *Mat. XXXVII Sesji Nauk. KNoŻ PAN, Gdynia 2006*, s. 273.
- [17] PN-90/A-75101/03. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową
- [18] PN-90/A-75101/04. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej.
- [19] PN-90/A-75101/06. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie pH metodą potencjometryczną.
- [20] PN-90/A-75101/07. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego.

- [21] PN-90/A-75101/25. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości kwasu sorbowego.
- [22] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 września 2008 w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. Dz.U.2008. Nr 177, poz. 1094.
- [23] Szczurek G.: Owoce kandyzowane – ich wyrób, przygotowanie i zastosowanie w technologiach ciastkarskich i cukierniczych. *Przegl. Piek. Cukier.*, 1995, **4**, 22-23.
- [24] Thakur B.R., Arya S.S.: Role of sorbic acid in nonenzymic browning reactions in liquid and solid model food systems. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1991, **26**, 157-164.
- [25] Thakur B.R., Singh R.K., Arya S.S.: Chemistry of sorbates - A basic perspective. *Food Rev. Int.*, 1994, **10 (1)**, 71-91.
- [26] Vidyasagar K., Arya S.S.: Stability of sorbic acid in orange squash. *J. Agric. Food Chem.*, 1983, **6**, 1262-1264.
- [27] Yusof S., Chiong L.K.: Effect of Brix, processing techniques and storage temperature on the quality of carambola fruit cordial. *Food Chem.* 1997, **59 (1)**, 27-32.
- [28] Yusof S., Schian L.S., Osman A.: Changes in quality of sugar-cane juice upon delayed extraction and storage. *Food Chem.*, 2000, **68**, 395-401.

#### THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND TIME OF STORAGE ON SELECTED QUALITATIVE PARAMETERS OF CANDIED FRUITS

##### Summary

The objective of the study was to determine the impact of temperature and time of storing candied fruit on the content of sorbic acid and reducing sugars, and on changes in the total acidity of the fruit studied. The material analysed consisted of candied fruit (gooseberry, plum, rowanberry) produced by "Prospina" Ltd. Co., in its Food and Vegetable Processing Plant. Candied fruit has been stored for eleven months at a refrigerating temperature (8 °C) and a room temperature (20 °C). The analyses were performed after 3, 5, 7, 9 and 11 months of storage. Based on the results obtained, it was found that the temperature and time of storage impacted the content of sorbic acid. Throughout the entire storage period, all the fruit stored at a refrigerating temperature were characterized by a higher level of sorbic acid compared to the fruit stored at a room temperature. Besides, after eleven months of storage, and irrespective of the storing temperature, a slight decrease in total acidity and an insignificant increase in the content of reducing sugars were found in the products studied. Only in the candied gooseberries, stored at a room temperature, the content of reducing sugars was higher than in candied gooseberries stored at a refrigerating temperature 8 °C.

**Key words:** candied fruits, storage, sorbic acid, total acidity, reducing sugars 

BARBARA MAZUR, EULALIA J. BOROWSKA, MAGDALENA POLAK

## ZAWARTOŚĆ WITAMINY C I POJEMNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCA OWOCÓW I PRZECIERÓW Z ŻURAWINY BŁOTNEJ I WIELKOOWOCOWEJ

### Streszczenie

W pracy oznaczono zawartość witaminy C, jako sumę kwasu L-askorbinowego i dehydroaskorbinowego, oraz aktywność przeciwutleniającą z rodnikami ABTS<sup>+</sup> w owocach żurawiny: błotnej i odmian uprawnych (Ben Lear, Bergman, Early Richard, Stevens i Pilgrim) oraz w otrzymanych z tych owoców przecierach. Owoce żurawiny błotnej i odmian uprawnych charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością witaminy C – od 11,70 mg/100 g ś.m. (Bergman) do 26,77 mg/100 g ś.m. (Stevens). Ubytek witaminy C w przecierach w porównaniu z surowcem był zróżnicowany w zależności od odmiany owoców; największy odnotowano w przecierach z owoców odmiany Stevens (91 %), najmniejszy w przecierze z owoców odmiany Pilgrim (23 %). Pojemność przeciwutleniająca (TAS) owoców badanych odmian żurawiny była zbliżona i nie różniła się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ). Proces technologiczny otrzymywania przecierów spowodował zmniejszenie pojemności przeciwutleniającej (TAS) o ok. 35 %. Uzyskane wyniki mogą wskazywać, że witamina C nie jest dominującym składnikiem determinującym pojemność przeciwutleniającą owoców żurawiny i otrzymanych przecierów.

**Słowa kluczowe:** kwas askorbinowy, aktywność przeciwutleniająca, owoce żurawiny, przeciery

### Wprowadzenie

Głównym źródłem witaminy C w diecie są świeże oraz właściwie przetworzone owoce i warzywa [12]. Witamina C, obok polifenoli, należy do ważnych przeciwutleniaczy w owocach jagodowych [2, 10]. Reguluje mechanizmy antyoksydacyjne, które chronią komórki i płyny ustrojowe przed stresem oksydacyjnym. Zapobiega zapoczątkowaniu oksydacji oraz powoduje przerwanie tego procesu, chroniąc frakcję cholesterolu LDL przed niekorzystnymi przemianami. Do niedawna uważano, że jedynie askorbinian jest efektywnym przeciwutleniaczem. Badania ostatnich lat wykazały jednak, że zarówno askorbinian, jak i dehydroaskorbinian skutecznie chronią cząstki LDL

---

*Mgr inż. B. Mazur, prof. dr hab. E.J. Borowska, Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, dr M. Polak, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Pl. Cieszyński 1, 10-957 Olsztyn*

przed utlenianiem [4, 11, 17]. Stwierdzono, że witamina C działa prewencyjnie w powstawaniu nowotworów, wpływa korzystnie na przyswajanie żelaza i zwiększa odporność na niektóre choroby bakteryjne i wirusowe [3, 9, 20].

Jednym z cenniejszych źródeł witaminy C i innych przeciwutleniaczy są owoce żurawiny, która spożywana jest po przetworzeniu m.in. na soki, dżemy, galaretki, produkty przecierowe. W owocach żurawiny zawartość witaminy C uwarunkowana jest wieloma czynnikami – odmianą, klimatem, warunkami przechowywania, a w produktach przetworzonych także parametrami procesu technologicznego [2, 6, 8, 10, 15, 18].

Celem podjętych badań była ocena owoców żurawiny błotnej i odmian uprawnych oraz otrzymanych z nich przecierów – pod względem zawartości witaminy C i aktywności wygaszania rodników ABTS<sup>+</sup>.

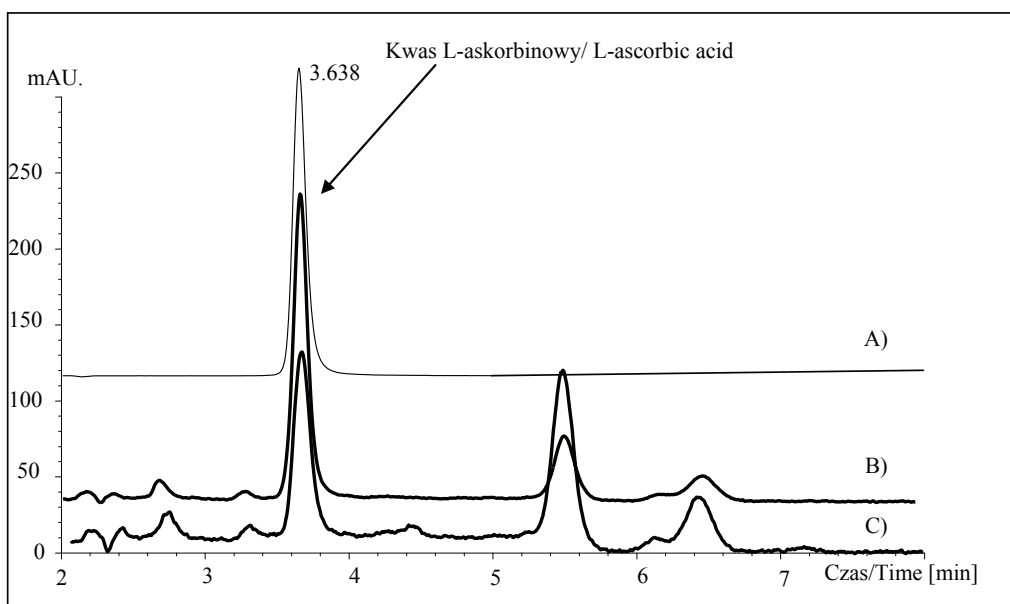
### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiły owoce żurawiny błotnej i pięciu odmian żurawiny wielkoowocowej: Ben Lear, Bergman, Early Richard, Pilgrim i Stevens oraz otrzymane z nich przeciery. Żurawina błotna pochodziła z lasów olsztyńskich, natomiast żurawina wielkoowocowa z pól doświadczalnych Katedry Sadownictwa SGGW w Warszawie, ze zbiorów 2007 roku. Do czasu analiz chemicznych owoce przechowywano w temp. -18 °C przez 4 tygodnie. Przed przystąpieniem do analiz próbki owoców rozmrażano w temp. pokojowej (20 ± 2 °C, 2 h), po czym rozdrabniano za pomocą urządzenia firmy Braun (typ Household N 19737).

W celu przygotowania przecierów owoce świeże poddawano wstępnemu rozdrobieniu w urządzeniu Thermomix (typ 31-1), a następnie rozparzeniu w temp. 85 °C w ciągu 2,5 min. Miazgę przecierano przy użyciu przecieraczki ręcznej, a uzyskany przecier umieszczano w słoikach szklanych typu „twist off” i poddawano pasteryzacji w temp. 100 °C w ciągu 10 min. Po pasteryzacji próby chłodzono do temp. 20 ± 2 °C i poddawano analizie.

Kwas L-askorbinowy oznaczano techniką HPLC po uprzedniej redukcji kwasu dehydroaskorbinowego ditioreitolem i sklarowaniu próbek [5]. Do oznaczenia zastosowano kolumnę RP - C18 (5 µm) i detektor UV ( $\lambda = 254$  nm). Fazę ruchomą stanowił 0,1 % roztwór wodny H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Prędkość przepływu mieszaniny wynosiła 1 ml/min. Ekstrakt z owoców i przecierów żurawinowych przenoszono do kolby miarowej o poj. 25 ml, do której wcześniej odważano 25 mg DTT i uzupełniano 0,1 % roztworem kwasu ortofosforowego (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). Tak przygotowaną próbkę wirowano przez 10 min przy 13000 obr./min (*Eppendorf AG, Centrifuge 5417 R*). Supernatant w ilości 5 ml nanoszono na mini kolumnę Sep-Pak C<sub>18</sub> Waters, przepłukiwano 5 ml 0,1 % H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> i uzupełniano do 25 ml. Objętość próby nanoszonej na szczyt kolumny chromatograficznej wynosiła 20 µl. Identyfikacji dokonywano porównując czasy retencji pików badanych próbek ze standardem kwasu L-askorbinowego. Wyniki podano w przeliczeniu na

świeżą masę (ś.m.) oraz suchą masę (s.m.) owoców i przecierów. Na rys. 1. przedstawiono przykładowy chromatogram standardu kwasu L-askorbinowego oraz kwasu L-askorbinowego w ekstraktach z owoców i przecieru z żurawiny odmiany Bergman.



Rys. 1. Chromatogram standardu kwasu L-askorbinowego (A); kwasu L-askorbinowego w ekstrakcie z owoców żurawiny odmiany Bergman (B); kwasu L-askorbinowego w ekstrakcie z przecieru otrzymanego z owoców odmiany Bergman (C).

Fig. 1. Chromatogram of L-ascorbic acid standard (A); of L-ascorbic acid in the extract of the Bergman cranberry fruit cultivar (B); of L-ascorbic acid in the extract of the pulp made of Bergman cranberry cultivar (C).

Pojemność przeciwutleniającą TAS oznaczano poprzez spektrofotometryczny pomiar zmian stężenia kationorodnika ABTS generowanego w układzie metmioglobina – nadtlenek wodoru oraz ABTS (sulfonian 2,2'-azyno-bis-3-etylobenzotiazoliny-6). Wyniki podano jako ekwiwalent Troloksu (2-karboksylo-6-hydrokso-2,5,7,8-tetrametylochroman). Do analizy użyto zestawu do oznaczania TAS produkcji Randox Laboratories Ltd. U.K. (nr kat. NX2332). Pomiary przeprowadzono w spektrofotometrze (Shimadzu UV-1601PC) z kontrolowaną temperaturą (37 °C) przy długości fali  $\lambda=600$  nm. Wcześniej dokonano kalibracji aparatu względem pustej kuwety. Zmierzone początkową absorbancję próby zerowej (20  $\mu$ l wody dejonizowanej z dodatkiem 1 ml chromogenu) oraz standardu (20  $\mu$ l przygotowanego odczynnika zmieszanego z 1 ml chromogenu). W tych samych warunkach wykonywano kolejno pomiary prób zawierające 20  $\mu$ l ekstraktu i 1 ml chromogenu. Do każdej próby dodawano 200  $\mu$ l

substratu i dokładnie po 180 s mierzono absorbancję końcową. Wyniki wyrażano w przeliczeniu na świeżą masę (ś.m.) owoców i przecierów.

Doświadczenie przeprowadzono dwukrotnie, a wszystkie analizy wykonano w trzech powtórzeniach. Do testowania statystycznej istotności różnic pomiędzy średnimi wartościami witaminy C zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji z testem Duncana na poziomie istotności  $p < 0,05$  przy użyciu programu komputerowego Statistica 8.0 (*StatSoft Inc.*).

### Wyniki i dyskusja

Wykazano, że owoce żurawiny błotnej i wielkoowocowej uprawiane w kraju są dobrym źródłem witaminy C (tab. 1). Największą jej zawartość stwierdzono w owocach żurawiny wielkoowocowej odmiany Stevens (26,77 mg/100 g ś.m.). Stosunkowo dużą jej zawartość, aczkolwiek różniącą się statystycznie istotnie w porównaniu z odmianą Stevens ( $p < 0,05$ ), oznaczono w owocach żurawiny błotnej (19,28 mg/100 g ś.m.). Najmniejszą zawartością witaminy C, spośród badanych, charakteryzowały się owoce odmiany Bergman (11,70 mg/100 g ś.m.). Arnal i wsp. [1] podają zawartość witaminy C w żurawinie błotnej na poziomie 13 mg/100 g ś.m., natomiast wg Michalczyk i wsp. [13] jej zawartość wynosi 25 mg/100 g ś.m. Zbliżone wyniki podaje Häkkinen i wsp. [7].

W przecierach zawartość witaminy C była znacznie mniejsza aniżeli w owocach i zawierała się w zakresie od 2,30 mg/100 g ś.m. (przecier z odmiany Stevens) do 9,26 mg/100 g ś.m. (przecier z odmiany Pilgrim) (tab. 1). Straty witaminy w owocach poszczególnych odmian były znacznie zróżnicowane. W odmianie Stevens, w porównaniu z surowcem zmniejszenie zawartości witaminy C wynosiło aż 91 %, a w owocach odmiany Pilgrim – 23 %. W przypadku żurawiny błotnej straty sięgały 82 %. Dużo mniejsza zawartość witaminy C w przecierach aniżeli w owocach spowodowana była niewątpliwie warunkami procesu technologicznego. Stosowane zabiegi i procesy jednostkowe, jak rozdrabnianie owoców, rozparzanie przed przecieraniem, przenoszenie do opakowań i pasteryzacja, mogły być przyczyną dużych strat witaminy C [6, 14, 16]. W wyniku działania ciepła może mieć miejsce rozkład kwasu askorbinowego, wynikiem czego jest szereg pochodnych, np. furfural, przy czym w warunkach beztlenowych mniejszą stabilnością odznacza się kwas dehydroaskorbinowy. Nie można wykluczyć również możliwości strat witaminy C na drodze tworzenia się kopigmentów antocyjanów i kwasu askorbinowego [16].

Pojemność przeciwutleniająca ekstraktów z owoców żurawiny badanych odmian oznaczona w teście z ABTS była zbliżona i wynosiła od 22,43  $\mu\text{mol TR/g}$  ś.m. w owocach odmiany Stevens do 23,26  $\mu\text{mol TR/g}$  ś.m. w owocach odmiany Ben Lear (rys. 2). Wang i wsp. [18] w badaniach owoców jagodowych podają pojemność przeciwutleniającą w zakresie od 13,9  $\mu\text{mol TR/g}$  ś.m. do 45,9  $\mu\text{mol TR/g}$  ś.m. Biorąc pod



uwagę istotne różnice zawartości witaminy C w owocach badanych odmian żurawiny (tab. 1), można wysnuć wniosek, że jej udział w kształtowaniu pojemności przeciwutleniającej tego gatunku nie był znaczący. Jest to potwierdzeniem badań Velioglu i wsp. [19], którzy wskazują, że właściwości antyoksydacyjne owoców związane są przede wszystkim z obecnością polifenoli. Wg Wang i wsp. [18] udział witaminy C w kształtowaniu całkowitej aktywności przeciwutleniającej owoców jagodowych mierzonych metodą ORAC nie przekracza 15 %.

Tabela 1

Zawartość witaminy C w owocach i przecierach z żurawiny błotnej (*Vaccinium oxycoccus*) i uprawnej (*Vaccinium macrocarpon*).

Content of vitamin C in fruit and pulps made of wild (*Vaccinium oxycoccus*) and cultivated (*Vaccinium macrocarpon*) cranberry cultivars.

Odmiana Variety	Witamina C/ Vitamin C			
	Owoce / Fruit		Przeciery / Pulps	
	[mg/100 g ś. m.] [mg/100 g f. m.]	[mg/100 g s.m.] [mg/100 g d.m.]	[mg/100 g ś. m.] [mg/100 g f. m.]	[mg/100 g s. m.] [mg/100 g d. m.]
Błotna Wild	19,28 ± 1,03 <sup>a</sup>	158,2 ± 8,4 <sup>a</sup>	3,39 ± 0,04 <sup>a</sup>	27,81 ± 0,35 <sup>a</sup>
Ben Lear Ben Lear	18,21 ± 0,36 <sup>a</sup>	135,8 ± 2,7 <sup>b</sup>	4,88 ± 0,07 <sup>b</sup>	36,36 ± 0,53 <sup>b</sup>
Bergman Bergman	11,70 ± 0,70 <sup>b</sup>	94,5 ± 5,6 <sup>c</sup>	5,27 ± 0,13 <sup>b</sup>	42,54 ± 1,02 <sup>c</sup>
Early Richard Early Richard	18,87 ± 0,14 <sup>a</sup>	137,2 ± 1,0 <sup>b</sup>	6,17 ± 0,19 <sup>c</sup>	44,84 ± 1,36 <sup>c</sup>
Pilgrim Pilgrim	12,02 ± 0,18 <sup>b</sup>	99,9 ± 1,5 <sup>c</sup>	9,26 ± 0,47 <sup>d</sup>	76,99 ± 3,90 <sup>d</sup>
Stevens Stevens	26,77 ± 0,27 <sup>c</sup>	220,8 ± 2,2 <sup>d</sup>	2,30 ± 0,09 <sup>e</sup>	19,01 ± 0,73 <sup>e</sup>

Objaśnienia / Explanatory notes:

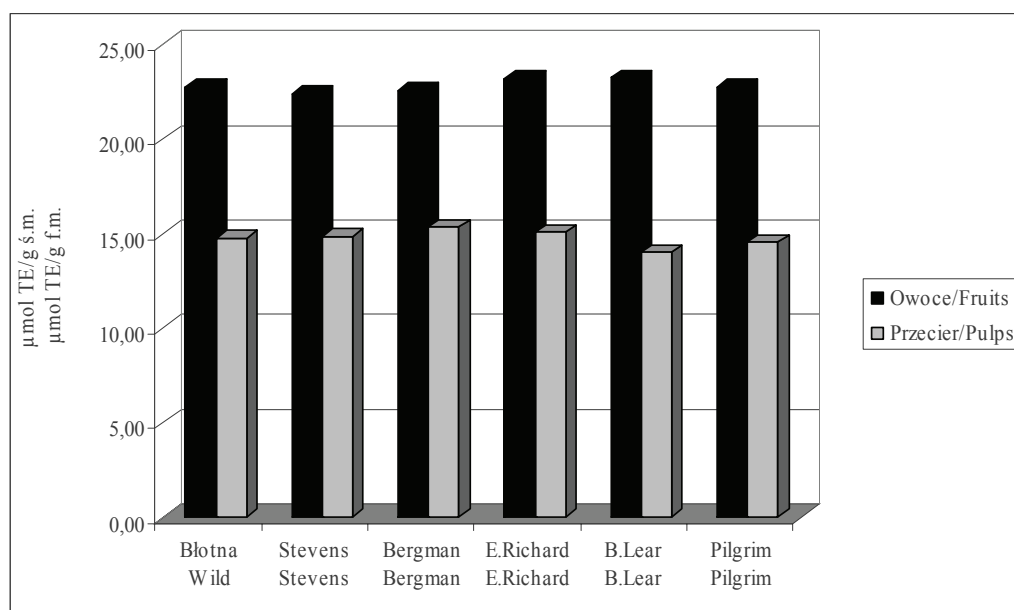
ś.m. – świeża masa / fresh matter; s.m. – sucha masa / dry matter;

a, b, c, d, e – wartości średnie oznaczone różnymi inskrypcjami literowymi różnią się między sobą statystycznie istotnie na poziomie  $p < 0,05$  / a, b, c, d, e – mean values denoted by different letter inscriptions significantly differ between each other at a level of  $p < 0.05$ .

Oznaczona pojemność przeciwutleniająca przecierów (TAS) była mniejsza w porównaniu z owocami i wynosiła od 14,00  $\mu\text{mol TE/g}$  ś.m. w przecierze z owoców Ben Lear do 15,35  $\mu\text{mol TE/g}$  ś.m. w przecierze z odmiany Bergman (rys. 2). Wartości pojemności przeciwutleniającej przecierów z owoców badanych odmian nie różniły się między sobą statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ). Zmniejszenie pojemności antyoksydacyjnej przecierów w porównaniu z owocami wyniosło ok. 35 %. W literaturze [8, 16]



podkreśla się duży wpływ procesów utleniania, degradacji termicznej polifenoli i witamin oraz interakcji, jakie mają miejsce podczas przetwarzania owoców, na kształtowanie właściwości przeciwutleniających.



TE- ekwiwalent troloksu / TE- trolox equivalent.

Rys. 2. Pojemność przeciwutleniająca (TAS) ekstraktów z owoców żurawiny i przecierów.

Fig. 2. Antioxidant capacity (TAS) of extracts made of cranberry fruit and pulps.

## Wnioski

1. Owoce żurawiny błotnej i odmian uprawnych: Ben Lear, Bergman, Early Richard, Pilgrim, Stevens charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością witaminy C; największą zawartością wyróżniła się odmiana Stevens.
2. Proces otrzymywania przecierów z żurawiny spowodował znaczące zmniejszenie zawartości witaminy C w porównaniu z surowcem, zróżnicowane w poszczególnych odmianach; największy ubytek odnotowano w przypadku odmiany Stevens (91 %), a najmniejszy odmiany Pilgrim (23 %).
3. Pojemność przeciwutleniająca (TAS) owoców badanych odmian żurawiny była zbliżona i nie różniła się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ).
4. Proces technologiczny otrzymywania przecierów spowodował zmniejszenie pojemności przeciwutleniającej (TAS) o ok. 35 %.
5. Uzyskane wyniki wskazują, że witamina C nie jest dominującym składnikiem determinującym pojemność przeciwutleniającą owoców żurawiny i otrzymanych przecierów.

## Literatura

- [1] Arnal B., Bureau L., le Jeune R.: La canneberge d'Amérique, propriétés et indications. *Phytotherapie.*, 2008, **6**, 129-132.
- [2] Benvenuti S., Pellati F., Melegari M., Bertelli D.: Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid and radical scavenging activity of Rubus, Ribes and Aronia. *J. Food Sci.*, 2004, **69**, FCT 164-FCT169.
- [3] Borek-Wojciechowska R.: Znaczenie witaminy C dla organizmu człowieka. *Przem. Spoż.*, 2000, **2**, 52-53.
- [4] Duthie G.G., Kyle J.A., Jenkinson A.M.: Increased salicylate concentrations in urine of human volunteers after consumption of cranberry juice. *J. Agric. Food. Chem.*, 2005, **53**, 2897-2900.
- [5] Gökmen V., Acar J.: A simple HPLC method for the determination of total vitamin C in fruit juices and drinks. *Fruit Processing.*, 1996, **5**, 198-201.
- [6] Gumul D., Korus J., Achremowicz B.: Wpływ procesów przetwórczych na aktywność przeciwutleniającą surowców pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4 (45)**, 41-48.
- [7] Häkkinen S.H., Kärenlampi S.O., Heinonen I.M., Mykkänen H.M., Törrönen A.R.: Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 2274-2279.
- [8] Horubała A.: Pojemność przeciwutleniająca i jej zmiany w procesach przetwarzania owoców i warzyw. *Przem. Ferm.*, 1999, **3**, 30-32.
- [9] James C.F.: New support for a folk remedy: Cranberry juice reduces bacteriuria and pyuria in elderly women. *Nutrition Reviews.*, 1994, **5 (5)**, 168-170.
- [10] Kalt W., Forney C.H.F., Martin A., Prior R.L.: Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after storage of small fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 4638-4644.
- [11] Łata B.: Owoce jagodowe źródłem antyoksydantów. *Ogrodnictwo*, 2002, **6**, 11-13.
- [12] Melo E de A., Lima V.L.A.G., Maciel M.I.S., Caetano A.C. da S., Leal F.L.L.: Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. *Braz. J. Food Technol.*, 2006, **9**, 89-94.
- [13] Michalczyk M., Macura R., Złobicki A.: Zmiany jakości przechowywanych syropów z owoców żurawiny (*Vaccinium oxycoccus* L.) i brusznicy (*Vaccinium Vitus-idaea* L.) otrzymanych różnymi metodami. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **6 (55)**, 116-126.
- [14] Rojas A.M., Gerschenson L.N.: Ascorbic acid destruction in sweet aqueous model systems. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 1997, **30**, 567-572.
- [15] Skupień K., Oszmiański J.: Comparison of six cultivars of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.) grown in northwest Poland. *Eur. Food Res. Technol.*, 2004, **219**, 66-70.
- [16] Stasiak A., Pawlak M., Sosnowska D., Wilska-Jeszka J.: Szybkość degradacji barwników antocyjanowych i kwasu askorbinowego w roztworach o różnym stężeniu sacharozy. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, 1998, **12**, 26-34.
- [17] Sroka Z., Gamian A., Cisowski W.: Niskocząsteczkowe związki przeciwutleniające pochodzenia naturalnego. *Postępy Hig Med. Dośw.*, 2005, **59**, 34-41.
- [18] Wang, H., Cao, G., Prior, R.L.: Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric Food Chem.* 1996, **44**, 701-705.
- [19] Velioglu Y.S., Mazza G., Gao L., Oomah B.D.: Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46**, 4113-4117.
- [20] Zuo Y., Wang C., Wen J.: Antioxidant and antibreast cancer capacity of American cranberry and other fruits. The 225<sup>th</sup> American Chemical Society annual meeting. New Orleans, LA, 2003, 23-27.

**CONTENT OF VITAMIN C IN AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF WILD AND CULTIVATED CRANBERRY FRUIT AND OF THEIR PULPS**

## S u m m a r y

In the paper, there were determined the content of vitamin C, expressed as a total content of L-ascorbin and dehydroascorbin acids, and antioxidant activity with ABTS radicals in fruit of wild and cultivated varieties of cranberry (Ben Lear, Bergman, Early Richard, Stevens, and Pilgrim cultivars), as well as in the pulps thereof. The fruit of wild and cultivated cranberry cultivars were characterized by a varying content of vitamin C ranging from 11.70 mg/100 g f.m. (Bergman) to 26.77 mg/100 g f.m. (Stevens). In the pulps of this fruit, the content of vitamin C decreased compared to the raw material, and this decrease varied depending on the fruit varieties; the highest decrease was found in the pulps made of the Stevens cultivar (91 %), whereas the lowest in the pulps of the Pilgrim cultivar (23 %). The antioxidant capacity (TAS) of fruit of the studied cranberry fruit cultivars was similar and did not differ statistically significant ( $p < 0.05$ ). The technological process of manufacturing pulps caused the antioxidant activity (TAS) to decrease by ca. 35 %. The results obtained can be the evidence that the vitamin C is not a dominant compound determining antioxidant capacity of cranberry fruit and of the pulps made thereof.

**Key words:** L-ascorbic acid, antioxidant activity, cranberry fruit, pulps ☒

EWELINA PIASECKA, MAŁGORZATA UCZCIWEK, ROBERT KLEWICKI

## ODWADNIANIE OSMOTYCZNE OWOCÓW W ROZTWORACH ZAWIERAJĄCYCH FRUKTOOLIGOSACHARYDY

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu temperatury, czasu i składu roztworu odwadniającego na zawartość sacharydów w owocach odwadnianych.

W badaniach, do osmotycznego odwadniania mrożonych, odpestczonych wiśni odmiany Łutówka oraz mrożonych czarnych porzeczek odmiany Tiben, zastosowano roztwory hipertoniczne zawierające fruktooligosacharydy (FOS), sacharozę, glukozę i fruktozę. W warunkach statycznych odwadnianie prowadzono w różnych zakresach temperatury (25 - 60 °C) z zastosowaniem preparatu FOS w ilości czterokrotnie większej niż masa owoców. W warunkach z mieszaniem odwadnianie wiśni prowadzono w temp. 40 °C, używając roztworu o różnym stosunku koncentrat FOS/sacharoza: 5/95, 15/85, 25/75, 50/50, 100/0. Odwadnianie osmotyczne czarnych porzeczek prowadzono w temperaturze 40 - 80 °C, stosując koncentrat FOS. Stwierdzono, że temperatura, czas oraz skład substancji osmotycznej mają istotny wpływ na zawartość fruktooligosacharydów w owocach. W przypadku wiśni najlepsze rezultaty, ze względu na zawartość fruktooligosacharydów (14,1 g/100 g), uzyskano w następujących warunkach: temperatura 40 °C, czas odwadniania 60 min, jako substancja osmotyczna preparat FOS bez dodatku sacharozy. W przypadku czarnych porzeczek za najlepsze warunki uznano: temperatura 60 °C, czas procesu 120 min, roztwór hipertoniczny – preparat FOS bez dodatku sacharozy (zawartość fruktooligosacharydów w produkcie – 3,2 g/100 g).

**Słowa kluczowe:** odwadnianie osmotyczne, fruktooligosacharydy, wiśnie, czarne porzeczki

### Wstęp

Celem odwadniania osmotycznego jest podwyższenie trwałości żywności o budowie komórkowej poprzez usunięcie części wody występującej w surowcu w postaci niezwiązanej [15]. W procesie wykorzystuje się zjawisko dyfuzji rozpuszczalnika (wody) przez błony półprzepuszczalne, której siłą napędową jest różnica potencjałów chemicznych roztworów po obu stronach błony [21]. Dzięki temu, że woda usuwana jest bez przemiany fazowej, nie zachodzą w surowcu niepożądane zmiany. Proces re-

alizowany jest poprzez zanurzenie tkanki roślinnej (np. rozdrobnione owoce lub warzywa) w roztworze hipertonicznym sporządzonym z cukrów, chlorku sodu, sorbitolu, glicerolu lub innych substancji jadalnych o akceptowanym smaku i zapachu, wytwarzających wysokie ciśnienie osmotyczne i powodujących jak największe obniżenie aktywności wody odwadnianego surowca. Woda oraz niskocząsteczkowe składniki soku komórkowego, tj. cukry, kwasy organiczne, witaminy, przechodzą przez błony do otaczającego roztworu o wyższym ciśnieniu osmotycznym. Odwodnienie sięga 40 – 70 % wody zawartej w surowcu i zależy od właściwości materiału oraz zastosowanych parametrów. Wraz ze wzrostem temperatury, przy malejącej lepkości środowiska i towarzyszącym zmianom fizykochemicznym, proces usuwania wody przebiega z większą intensywnością. Przy podwyższeniu temperatury z 20 do 50 °C następuje znaczne skrócenie czasu odwadniania. Zastosowanie wyższej temperatury powoduje utratę półprzepuszczalności błon komórkowych oraz inaktywację enzymów komórkowych [15, 23]. Zbyt wysoka temperatura powoduje istotne zmiany właściwości materiału, np. straty składników odżywczych, zmiany barwy i struktury [2, 15, 23]. Czas odwadniania zależy od rodzaju surowca i temperatury procesu. W temp. 20 °C wymiana masy przebiega najintensywniej w ciągu pierwszych 2 - 4 h procesu w zależności od rodzaju substancji osmoaktywnej i właściwości odwadnianego surowca. Natomiast w zakresie temp. 70 – 90 °C czas odwadniania nie powinien być dłuższy niż 15 min [23]. Czas wpływa na właściwości błon komórkowych. Z upływem czasu tracą one zdolność selektywnego transportu i znacznie więcej substancji osmotycznej dostaje się do wnętrza komórek [15].

Odwadnianie osmotyczne prowadzi do obniżenia aktywności wody w produkcie do poziomu 0,95, a nawet 0,90. W większości przypadków bakterii chorobotwórczych np. *Salmonella*, aktywność wody poniżej 0,95 wyklucza ich rozwój. Zatem proces ten powoduje zahamowanie rozwoju drobnoustrojów, ale nie zapewnia produktowi całkowitej trwałości. W związku z tym owoce i warzywa odwodnione osmotycznie wymagają końcowego utrwalenia, które może być realizowane przez mrożenie, suszenie konwekcyjne, mikrofalowe, liofilizację lub pasteryzację [15, 23].

Odwadnianiu towarzyszy przeciwkierunkowy przepływ substancji osmoaktywnej do tkanki [22]. W ten sposób, zależnie od potrzeb, skład chemiczny żywności może być kontrolowany i modyfikowany [23, 24]. Jest to szczególnie atrakcyjne ze względu na możliwość wprowadzania do materiału roślinnego pożądanych żywieniowo substancji, jak np. fruktooligosacharydów (FOS). Substancje te są oligomerami D-fruktozy połączonej wiązaniem  $\beta$ -(2→1) i zawierającymi glukozę na końcu łańcucha. Do krótkołańcuchowych FOS należą: 1-kestoza (DP 3), nystoza (DP 4) i fruktozylonystoza (DP 5) [13, 33].

Na skalę przemysłową fruktooligosacharydy są otrzymywane z sacharozy (na drodze transglikozylacji), dzięki zastosowaniu fruktozylotransferazy oraz  $\beta$ -fruktofuranosyldazy

uzyskiwanych z grzybów *Aspergillus niger*. Stanowią one wówczas mieszaninę kestozy, nystozy, fruktozylonystozy, sacharozy, glukozy i fruktozy [19, 34]. Mogą być również otrzymywane z inuliny, dzięki zastosowaniu hydrolaz glikozydowych występujących w roślinach akumulujących inulinę oraz uzyskiwanych z grzybów *Aspergillus niger* [20].

FOS nie są trawione w przewodzie pokarmowym (organizm człowieka nie wytwarza enzymów hydrolizujących wiązanie  $\beta$ -2,1 glikozydowe) i przechodzą w niezmienionej formie do jelita grubego, gdzie stanowią pożywkę dla bakterii fermentacji mlekowej [4, 9, 12]. W odróżnieniu od *Bifidobacterium* sp. i *Lactobacillus* sp., *Escherichia coli* i *Clostridium perfringens* nie metabolizują fruktooligosacharydów. Z tego względu FOS są uznanymi, modelowymi prebiotykami [1, 6, 7].

Powstający w wyniku fermentacji FOS kwas mlekowy, będąc dobrym substratem dla nabłonka okrężnicy, zapobiega jego przemianie w komórki rakowe [12]. Fruktooligosacharydy nie ulegają fermentacji w jamie ustnej, dlatego nie stanowią pożywki dla bakterii powodujących próchnicę, zatem działają ochronnie na uzębienie człowieka [12]. Pod wpływem fruktooligosacharydów zmniejsza się w kale zawartość toksycznych metabolitów oraz niebezpiecznych dla zdrowia człowieka enzymów np. azoreduktazy i  $\beta$ -glukuronazy [33]. Niska zawartość tych metabolitów wchłanianych z przewodu pokarmowego chroni wątrobę przed koniecznością detoksykacji [3, 12]. Poza tym, fruktooligosacharydy wpływają na zwiększenie masy wydalanego kału, dzięki czemu przeciwdziałają zaparciom [12]. FOS charakteryzują się niską wartością energetyczną [8], dzięki czemu mogą być wykorzystywane do produkcji słodzików, batonów dietetycznych i czekolad [12]. Ponadto dodatek tych cukrów nie powoduje istotnych zmian sensorycznych w produktach. Powyższe właściwości uzasadniają zainteresowanie fruktooligosacharydami jako czynnikiem osmoaktywnym, mogącym nadawać pożądane właściwości prebiotyczne odwadnianym owocom.

Celem pracy było określenie wpływu parametrów procesu osmotycznego odwadniania (skład roztworu, temperatura i czas dehydratacji) w roztworach zawierających fruktooligosacharydy na zmiany zawartości FOS, di- i monosacharydów w wiśniach oraz w porzeczkach.

### **Material i metody badań**

Materiałem do badań były mrożone wiśnie odmiany Łutówka oraz mrożone czarne porzeczki odmiany Tiben dostarczone przez Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach.

#### *Owadnianie osmotyczne wiśni i porzeczek w warunkach statycznych*

Zamrożone owoce, w ilości  $14 \pm 0,5$  g w przypadku wiśni, oraz  $8 \pm 0,5$  g w przypadku porzeczek, umieszczano w zakręcanych pojemnikach. Do każdego pojemnika dodawano roztwór hipertoniczny (preparat FOS o składzie: fruktooligosacharydy –

31,0 g/100 g, sacharoza – 7,3 g/100 g, fruktoza – 1,6 g/100 g, glukoza – 20,1 g/100 g) w takiej ilości, aby stosunek owoc : roztwór wynosił 1 : 4. Próby przetrzymywano w temp. 25, 40, 50 i 60 °C przez 24 h. Następnie owoce przenoszono na sito, zanurzano w wodzie destylowanej, osuszano na bibule i rozdrabniano. Część owoców wykorzystywano do oznaczania suchej masy, a resztę do oznaczenia sacharydów.

#### *Odwadnianie osmotyczne wiśni w procesie ze wstrząsaniem*

Naważki  $13,5 \pm 2$  g owoców zamrożonych umieszczano w zakręcanych pojemnikach. Prowadzono pięć wariantów procesu, stosując roztwory hipertoniczne o różnym składzie: a) 100 % preparatu FOS, b) mieszanina: 50 % sacharozy i 50 % preparatu FOS, c) mieszanina: 75 % sacharozy i 25 % preparatu FOS, d) mieszanina: 85 % sacharozy i 15 % preparatu FOS, e) mieszanina: 95 % sacharozy i 5 % preparatu FOS. Do każdego pojemnika dodawano roztwór w ilości czterokrotnie większej niż ilość owoców. We wszystkich wariantach stosowano temp. 40 °C oraz roztwory sacharozy i FOS o stężeniu  $60 \pm 0,5$  % (m/m). Po zamknięciu pojemniki wstawiano do wytrząsarki z kontrolowaną temperaturą, w której wstrząsano je z częstotliwością  $210 \pm 10$  cykli/min. W trakcie odwadniania pobierano próbki po 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300 min. Owoce płukano w wodzie destylowanej, osuszano na bibule i rozdrabniano. Część próbek wykorzystywano do oznaczania suchej masy zgodnie z PN [29], drugą do oznaczenia sacharydów.

#### *Odwadnianie osmotyczne porzeczek w procesie ze wstrząsaniem*

Zamrożone porzeczki odważano w ilości  $11 \pm 2$  g i umieszczano w zakręcanych pojemnikach. Do każdego pojemnika dodawano roztwór hipertoniczny (preparat FOS) w ilości czterokrotnie większej niż ilość owoców. Po zamknięciu pojemniki wstawiano do wytrząsarki i wstrząsano z częstotliwością  $210 \pm 10$  cykli/min. Odwadnianie prowadzono w temp. 40, 50, 60, 70 i 80 °C. W trakcie odwadniania w temp. 40, 50 i 60 °C próbki pobierano po 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 300 min, a w przypadku stosowania temp. 70 i 80 °C, po 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 i 75 min. Owoce płukano w wodzie destylowanej, osuszano na bibule i rozdrabniano. Część próbek wykorzystywano do oznaczania suchej masy, a resztę do oznaczenia sacharydów.

#### *Oznaczanie zawartości sacharydów metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC*

Owoce po osmotycznym odwadnianiu poddawano ekstrakcji wodnej. Odważone, rozdrobnione owoce przenoszono do zlewek, dodawano 40 ml wody destylowanej oraz 1 g węglanu wapnia. Zawartość zlewki ogrzewano do wrzenia, a następnie chłodzono. Zawartość zlewki przenoszono do kolby o pojemności 50 ml, dopełniano wodą do kreski; sączono i wirowano. Roztwór odsalano w kolumnach jonitowych wypelnionych

mieszanią kationitu i anionitu w stosunku 1 : 2. Analizę chromatograficzną wykonywano przy użyciu chromatografu HPLC firmy Knauer. Warunki rozdziału: kolumna wapniowa Aminex HPX-87C, faza ruchoma : woda, przepływ 0,5 ml/min, temp. 85 °C, detektor RI.

### Wyniki i dyskusja

Największe różnice w składzie materiału wyjściowego dotyczyły sacharozy, której w czarnych porzeczkach było 4,5 razy więcej niż w wiśniach. Zawartość fruktozy była zbliżona w wiśniach i porzeczkach, natomiast glukozy w wiśniach było dwa razy więcej niż w czarnych porzeczkach (tab. 1).

T a b e l a 1

Zawartość sacharydów w owocach świeżych.  
Content of saccharides in fresh fruit.

Owoce Fruit	Sacharydy / Saccharides [g/100 g]			
	Sacharoza Saccharose	Fruktoza Fructose	Glukoza Glucose	Sorbitol Sorbitol
Wiśnie Sour cherries	0,34	4,11	5,33	2,72
Czarne porzeczki Blackcurrants	1,53	3,52	2,21	–

W pierwszym etapie badań sprawdzono stabilność fruktooligosacharydów w warunkach odwadniania osmotycznego, prowadzonego z wykorzystaniem koncentratu FOS. Owoce przetrzymywano w roztworze hipertonicznym przez 24 h. Symulowano w ten sposób (w pewnym stopniu) warunki wielokrotnego wykorzystania roztworu do odwadniania owoców. Ponowne wykorzystanie czynnika osmotycznego jest niezbędne z ekonomicznego punktu widzenia, ponieważ zagospodarowanie wykorzystanego syropu jest jednym z najistotniejszych problemów związanych z odwadnianiem osmotycznym [32]. Wielokrotne użycie koncentratu fruktooligosacharydów, jako czynnika osmotycznego, wiąże się z hydrolizą sacharydów spowodowaną obecnością kwasów przenikających z owoców do roztworu [5]. Rozkład cukrów może być także powodowany oddziaływaniem enzymów, co potwierdzili Viberg i Sjöholm [32] w odniesieniu do osmotycznego odwadniania truskawek.

Zarówno wiśnie, jak i porzeczki, zawierają duże ilości kwasów – wiśnie ok. 1,3 %, porzeczki ok. 3 % w przeliczeniu na kwas jabłkowy [14]. Spodziewać się można zatem obniżonej stabilności sacharydów w środowisku osmotycznego odwadniania, zwłaszcza, jeśli jest prowadzone w podwyższonej temperaturze.



W tab. 2. zamieszczono wyniki doświadczeń dotyczących stabilności sacharydów w różnych zakresach temperatury odwadniania (25 ÷ 60 °C). Podwyższanie temperatury powodowało zmniejszanie zawartości fruktooligosacharydów w owocach odwadnianych. W przypadku porzeczek po odwadnianiu osmotycznym w temp. 25 °C zawartość FOS wynosiła 16,6 g/100 g produktu. Temperatura 60 °C prowadziła do zmniejszenia zawartości oligosacharydów do poziomu 5,5 g/100 g produktu. Zawartość FOS w wiśniach odwadnianych w temp. 25 °C wynosiła 9,4 g/100 g, a w 60 °C jedynie 1,2 g/100 g produktu. Wiadomo jest, że wyższa temperatura intensyfikuje wymianę masy (a więc i wnikanie czynnika osmotycznego do materiału odwadnianego), dlatego można było się spodziewać większych zawartości fruktooligosacharydów w materiale odwadnianym w wyższej temperaturze (przynajmniej w pewnym zakresie temperatury). Tego typu zjawisko obserwowano w odniesieniu do jabłek i śliwek, gdzie w temp. 40 °C uzyskano większą zawartość FOS w materiale odwodnionym niż w 25 °C [16].

W przypadku porzeczek i wiśni zmniejszenie zawartości FOS nastąpiło już w temp. 40 °C, co w połączeniu z mniejszą zawartością fruktooligosacharydów w roztworze po odwodnieniu (zmniejszenie z 29 g do 14,4 g/100 g przy wzroście temp. z 25 do 60 °C w przypadku porzeczek i zmniejszenie z 29,2 g do 13,2 g/100 g przy analogicznym wzroście temperatury w przypadku wiśni) świadczy o hydrolizie cukrów mającej miejsce podczas osmotycznego odwadniania. Zjawisku temu towarzyszy wzrost zawartości fruktozy, w porzeczkach z 4,7 g do 13,3 g/100 g, w wiśniach z 13,6 g do 24,1 g/100 g oraz wzrost zawartości glukozy, w przypadku porzeczek z 12,7 g do 17,5 g/100 g, w wiśniach z 19,7 g do 27,2 g/100 g. Wzrost zawartości monosacharydów obserwowany był także w roztworach po odwadnianiu.

Na rys. 1 - 4 przedstawiono całkowitą zawartość fruktooligosacharydów, sacharozy, fruktozy i glukozy w układzie (owoce + roztwór hipertoniczny).

W przypadku wiśni 24-godzinne odwadnianie w temp. 25 °C spowodowało hydrolizę 10 % fruktooligosacharydów. Podwyższenie temp. do 40 °C zwiększyło stopień hydrolizy do ponad 37 %. Dalsze podwyższenie temp. do 50 °C spowodowało hydrolizę 42 % FOS, a w 60 °C hydrolizie uległo 62 % fruktooligosacharydów.

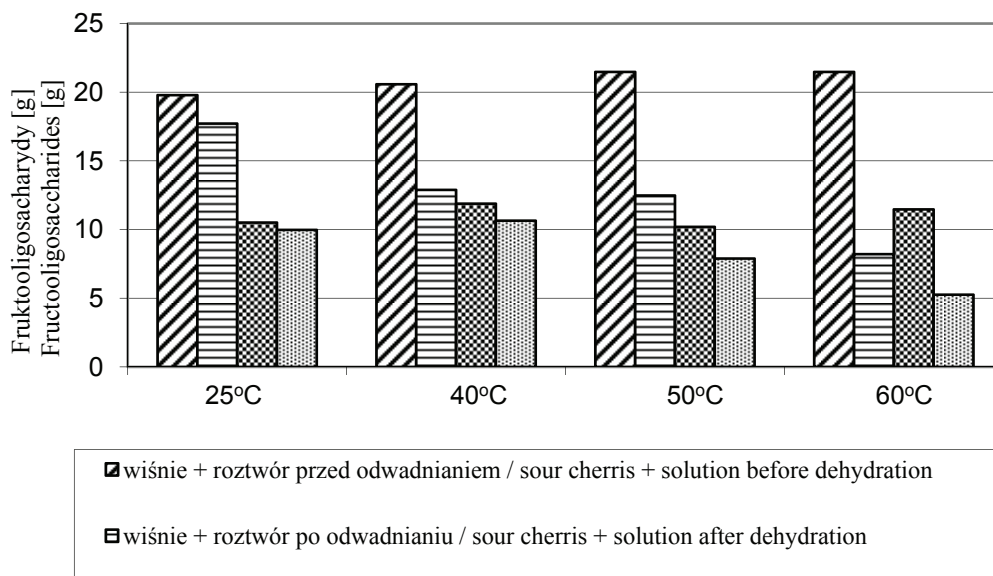
W porzeczkach osmotyczne odwadnianie w temp. 25 °C spowodowało 5 % hydrolizę FOS, w 40 °C hydrolizie uległo 10 % fruktooligosacharydów, w 50 °C 23 % FOS, natomiast w 60 °C 54 % FOS uległo hydrolizie. Z przedstawionych danych wynika, że w porzeczkach hydroliza przebiegała wolniej (co w zestawieniu z kwasowością materiału, wyższą w porzeczkach niż w wiśniach, sugeruje, iż kwasy nie były jedynym czynnikiem odpowiedzialnym za rozpad FOS; zachodzi tu także hydroliza enzymatyczna). Utrata fruktooligosacharydów, nawet rzędu kilkudziesięciu procent, może zatem wystąpić w przypadku wielokrotnego użycia roztworów FOS jako czynnika osmotycznego, gdy łączny czas odwadniania wynosiłby około 24 h.

Tabela 2

Zawartość sacharydów w owocach i roztworach hipertonicznych przed i po 24-godzinym odwadnianiu osmotycznym. Warunki odwadniania: temperatura 25, 40, 50, 60 °C, stosunek owoce/roztwór 1/4.

Content of saccharides in fruit and in hypertonic solutions before and after 24-hour osmotic dehydration. Dehydration conditions: temperature 25, 40, 50, and 60°C, fruit/syrup ratio: 1/4.

T	Porzeczki przed odwadnianiem / Blackcurrants before dehydration										Porzeczki po odwadnianiu / Blackcurrants after dehydration									
	Owoc / Fruit					Roztwór / Solution					Owoc / Fruit					Roztwór / Solution				
	FOS [g]	Sach [g]	Fruk [g]	Glu [g]	FOS [g]	Sach [g]	Fruk [g]	Glu [g]	FOS [g]	Sach [g]	Fruk [g]	Glu [g]	FOS [g]	Sach [g]	Fruk [g]	Glu [g]	FOS [g]	Sach [g]	Fruk [g]	Glu [g]
25°C					10,5	2,50	1,14	5,78		1,22	0,36	0,34	1,27	8,76	2,17	1,19	4,89			
40°C	0	0,30	0,68	0,43	11,9	2,83	1,29	6,54		1,17	0,41	0,56	1,06	9,48	1,97	1,61	5,66			
50°C					10,2	2,43	1,11	5,62		0,83	0,35	0,59	1,17	7,06	2,41	1,87	4,88			
60°C					11,5	2,73	1,25	6,31		0,40	0,52	0,97	0,93	4,86	3,63	3,75	6,10			
T	Porzeczki przed odwadnianiem / Blackcurrants before dehydration										Porzeczki po odwadnianiu / Blackcurrants after dehydration									
	Owoc / Fruit					Roztwór / Solution					Owoc / Fruit					Roztwór / Solution				
	FOS [g/100g]	Sach [g/100g]	Fruk [g/100g]	Glu [g/100g]	FOS [g/100g]	Sach [g/100g]	Fruk [g/100g]	Glu [g/100g]	FOS [g/100g]	Sach [g/100g]	Fruk [g/100g]	Glu [g/100g]	FOS [g/100g]	Sach [g/100g]	Fruk [g/100g]	Glu [g/100g]	FOS [g/100g]	Sach [g/100g]	Fruk [g/100g]	Glu [g/100g]
25°C				35,0	8,32	3,81	19,2	16,6	4,91	4,67	12,7	29,0	7,19	3,95	16,2					
40°C	0	1,53	3,52	2,21	35,0	8,32	3,81	19,2	14,3	5,06	14,4	27,6	5,73	4,68	16,5					
50°C					35,0	8,32	3,81	19,2	12,0	5,02	15,3	23,9	8,13	6,31	16,5					
60°C					35,0	8,32	3,81	19,2	5,51	7,17	13,3	14,4	10,74	11,12	18,1					
T	Wiśnie przed odwadnianiem / Sour cherries before dehydration										Wiśnie po odwadnianiu / Sour cherries after dehydration									
	Owoc / Fruit					Roztwór / Solution					Owoc / Fruit					Roztwór / Solution				
	FOS [g]	Sach [g]	Fruk [g]	Glu [g]	FOS [g]	Sach [g]	Fruk [g]	Glu [g]	FOS [g]	Sach [g]	Fruk [g]	Glu [g]	FOS [g]	Sach [g]	Fruk [g]	Glu [g]	FOS [g]	Sach [g]	Fruk [g]	Glu [g]
25°C				19,8	5,13	2,79	11,0	1,36	0,24	1,97	2,84	16,4	3,87	3,17	9,96					
40°C	0	0,05	0,57	0,74	20,6	4,72	2,11	10,7	0,37	0,11	1,94	12,5	2,25	5,38	10,7					
50°C					21,5	4,92	2,20	11,2	0,20	0,11	2,12	12,3	2,41	7,03	12,4					
60°C					21,5	4,92	2,20	11,2	0,14	0,13	2,78	8,07	1,78	9,77	13,9					
T	Wiśnie przed odwadnianiem / Sour cherries before dehydration										Wiśnie po odwadnianiu / Sour cherries after dehydration									
	Owoc / Fruit					Roztwór / Solution					Owoc / Fruit					Roztwór / Solution				
	FOS [g/100g]	Sach [g/100g]	Fruk [g/100g]	Glu [g/100g]	FOS [g/100g]	Sach [g/100g]	Fruk [g/100g]	Glu [g/100g]	FOS [g/100g]	Sach [g/100g]	Fruk [g/100g]	Glu [g/100g]	FOS [g/100g]	Sach [g/100g]	Fruk [g/100g]	Glu [g/100g]	FOS [g/100g]	Sach [g/100g]	Fruk [g/100g]	Glu [g/100g]
25°C				35,1	9,09	4,94	19,4	9,45	1,67	13,7	19,7	29,2	6,89	5,64	17,8					
40°C	0	0,34	4,11	5,33	37,0	8,48	3,79	19,3	3,19	0,97	16,9	21,6	3,88	9,28	18,5					
50°C					37,0	8,48	3,79	19,3	1,66	0,89	17,4	20,4	4,00	11,7	20,6					
60°C					37,0	8,48	3,72	19,3	1,22	1,14	24,1	13,2	2,92	16,0	22,9					

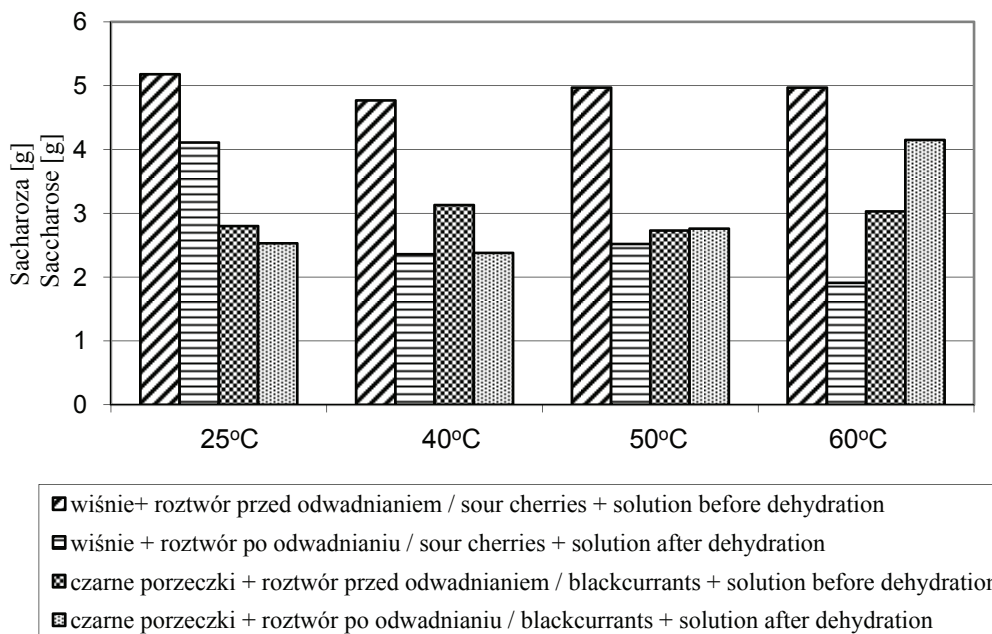


Rys. 1. Sumaryczna zawartość fruktooligosacharydów w owocach i roztworze hipertonicznym przed i po odwadnianiu osmotycznym w różnych wartościach temperatury.

Fig. 1. Total content of fructooligosaccharides in fruit and in hypertonic solution before and after osmotic dehydration at various temperatures.

W przypadku wiśni zmniejszeniu zawartości FOS w układzie towarzyszyło zwiększenie zawartości fruktozy o 53 % po odwadnianiu w temp. 25 °C oraz ponad 3,5-krotnie w temp. 60 °C. Jednocześnie w przypadku odwadniania porzeczek zawartość fruktozy w układzie pozostała na zbliżonym poziomie, wówczas gdy proces prowadzono w 25 °C. Gdy zastosowano temp. 60 °C zawartość fruktozy zwiększyła się blisko 2,5-krotnie (rys. 3).

Odwadnianie statyczne przebiega wolniej niż odwadnianie z mieszaniem, ponieważ ruch czynnika osmotycznego istotnie wpływa na transport masy między roztworem a odwadnianym materiałem [9]. W następnym etapie zastosowano zatem odwadnianie z mieszaniem (wstrząsanie  $210 \pm 10$  cykli/min). Doświadczenie prowadzono w 40 °C, gdyż temperatura wyższa może przyczynić się do intensyfikowania niekorzystnych zmian w owocach, takich jak utrata aromatu czy procesy enzymatycznego brunatnienia [35].



Rys. 2. Sumaryczna zawartość sacharozy w owocach i roztworze hipertonicznym przed i po odwadnianiu osmotycznym w różnych wartościach temperatury.

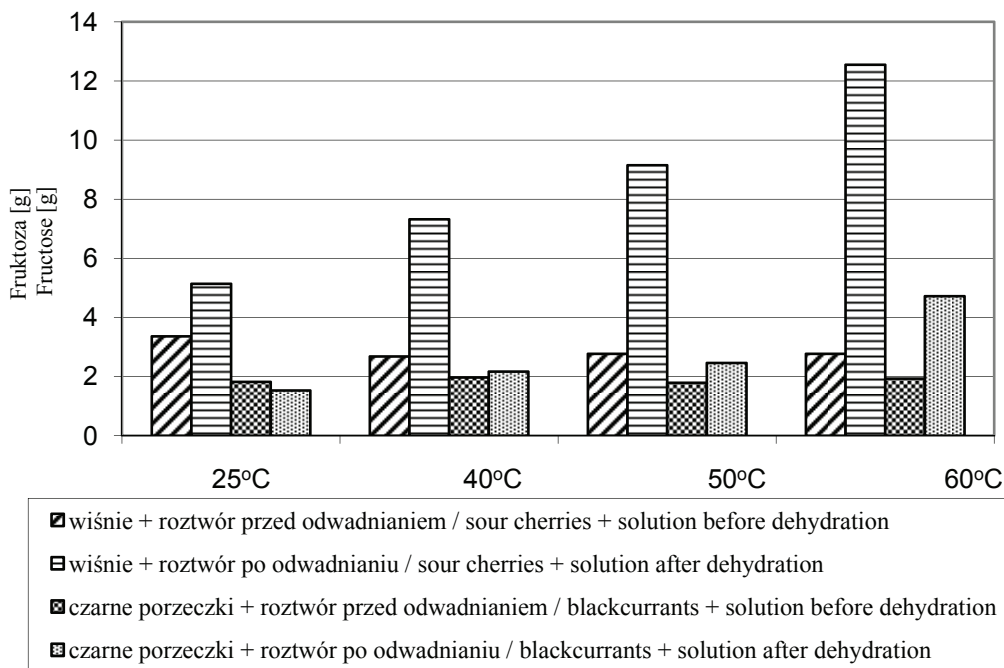
Fig. 2. Total content of saccharose in fruit and in hypertonic solution before and after osmotic dehydration at various temperatures.

Roztwór hipertoniczny w doświadczeniach stosowano w ilości 4-krotnie większej niż ilość owoców. Na taką proporcję wskazuje się jako na zapewniającą już właściwy przebieg procesu odwadniania z punktu widzenia zabezpieczenia roztworu przed jego nadmiernym rozcieńczeniem wodą z owoców [25, 26, 27, 28, 30].

Przebadano wpływ zawartości fruktooligosacharydów w roztworze na przebieg odwadniania osmotycznego oraz ich zawartość w materiale odwadnianym. Skład roztworu używanego do odwadniania wpływa w pewnym stopniu na szybkość przyrostu suchej substancji (rys. 5).

Roztwór zawierający najwięcej sacharydów o wyższych masach cząsteczkowych (kestoza, nystoza) – będący koncentratem FOS bez dodatku sacharozy – powodował wolniejszy przyrost suchej substancji materiału niż syrop o większym udziale sacharozy (powstały w wyniku mieszania w różnych proporcjach sacharozy i koncentratu FOS). Wzrost zawartości suchej substancji jest wypadkową dwóch zjawisk – wnikania cukrów z roztworu hipertonicznego do owoców oraz transportu wody w kierunku przeciwnym. Roztwory zawierające takie same ilości suchej substancji, ale o większym

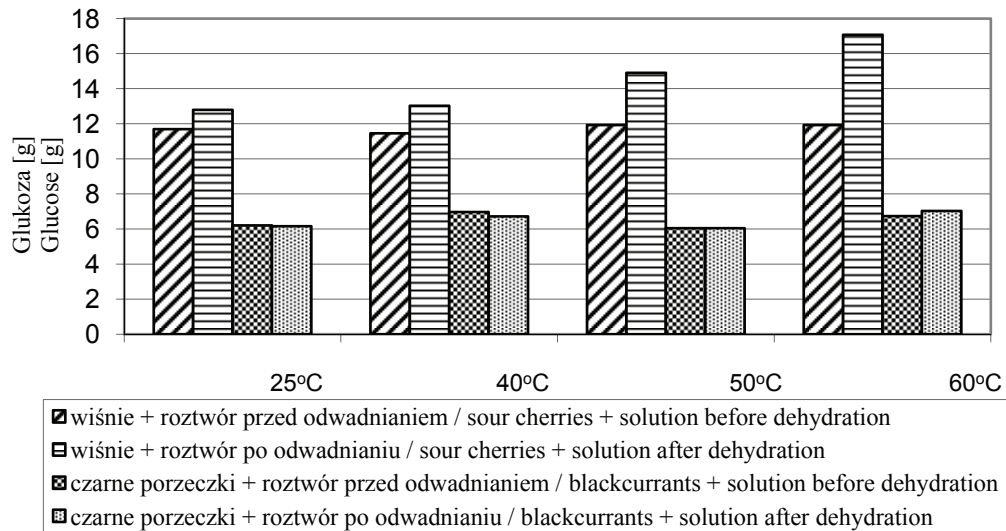
udziale mniejszych cząsteczek, charakteryzują się wyższym ciśnieniem osmotycznym, a więc powodują silniejszy efekt odwadniający. Z drugiej strony, cząsteczki czynnika osmotycznego o mniejszej masie cząsteczkowej łatwiej mogą wnikać do owoców, co także prowadzi do szybszego wzrostu zawartości suchej substancji [21].



Rys. 3. Sumaryczna zawartość fruktozy w owocach i roztworze hipertonicznym przed i po odwadnianiu osmotycznym w różnych wartościach temperatury.

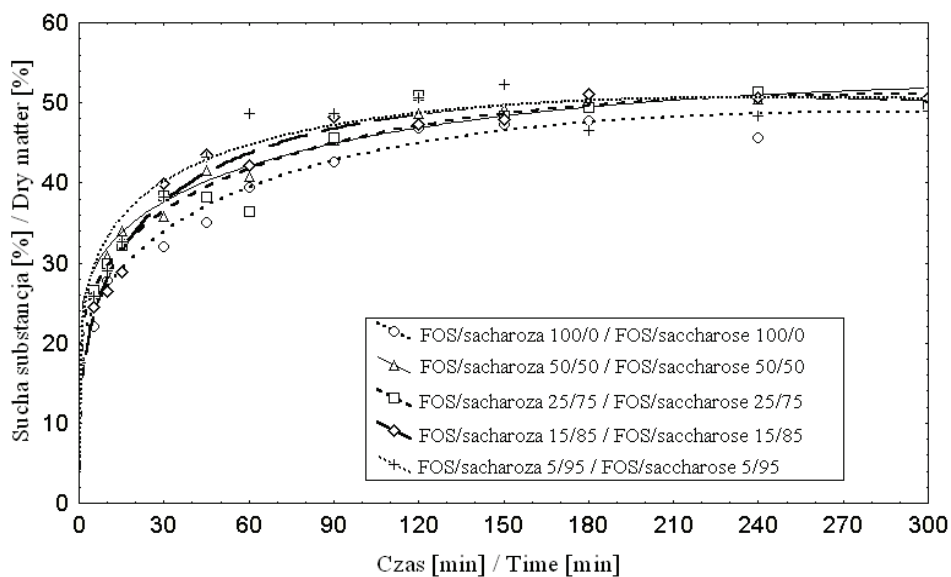
Fig. 3. Total content of fructose in fruit and in hypertonic solution before and after osmotic dehydration at various temperatures.

W obrębie samych mieszanin (koncentratu FOS i sacharozy) różnice szybkości przyrostu suchej substancji były niewielkie. Sucha substancja wzrosła w ciągu 1 h z 17,6 do około 40 %. Tak wstępnie odwodniony materiał może być kierowany do dalszego suszenia np. metodą konwekcyjną, która ze swej natury jest energochłonna. Wstępne odwadnianie osmotyczne pozwala zmniejszyć koszty związane z nakładem energii [22].



Rys. 4. Sumaryczna zawartość glukozy w owocach i roztworze hipertonicznym przed i po odwadnianiu osmotycznym w różnych zakresach temperatury.

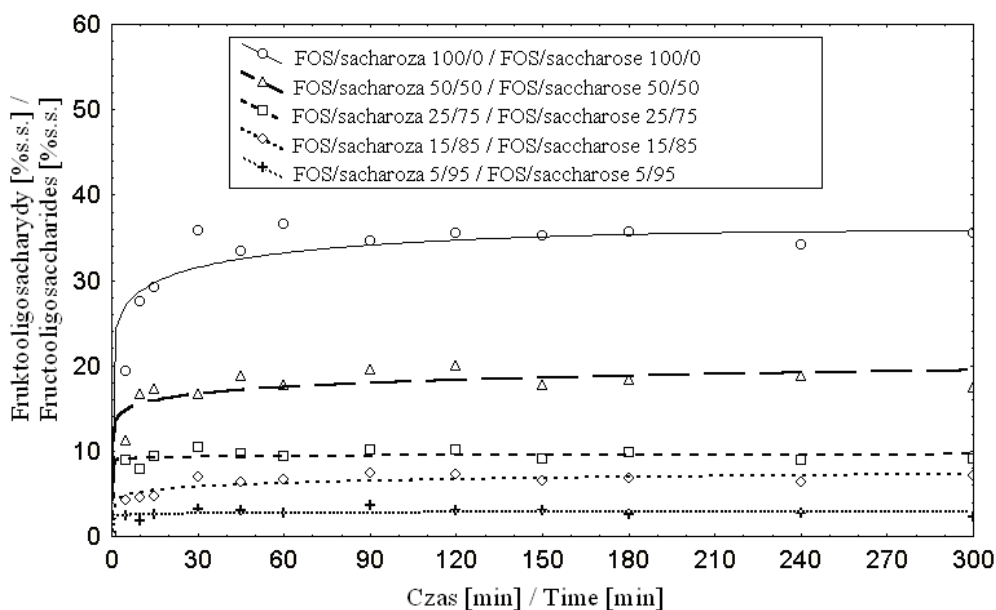
Fig. 4. Total content of glucose in fruit and in hypertonic solution before and after osmotic dehydration at various temperatures.



Rys. 5. Zmiana zawartości suchej substancji w wiśniach odwadnianych osmotycznie w mieszaninach koncentratu FOS i sacharozy. Warunki procesu: wstrząsanie  $210 \pm 10$  cykli/min, temp.  $40^\circ\text{C}$ , owoce/roztwór hipertoniczny 1/4.

Fig. 5. Change in the content of dry matter of sour cherries being osmotically dehydrated in mixtures of FOS preparation and saccharose. Process conditions: shaking  $210 \pm 10$  cycles/min; temperature  $40^\circ\text{C}$ , fruit/hypertonic solution ratio 1/4.

Okres 60 min jest również wystarczający do uzyskania maksymalnej ilości fruktooligosacharydów w sumie cukrów wynoszącej od 2,9 do 35,5 % (uzależnionej od ilości FOS w użytym roztworze). Dane przedstawione na rys. 6. wskazują, że w przypadku wiśni maksymalną zawartość FOS można osiągnąć już po 15 min, z tym że zawartość suchej substancji owoców wahała się wtedy od 26 do 35 %.

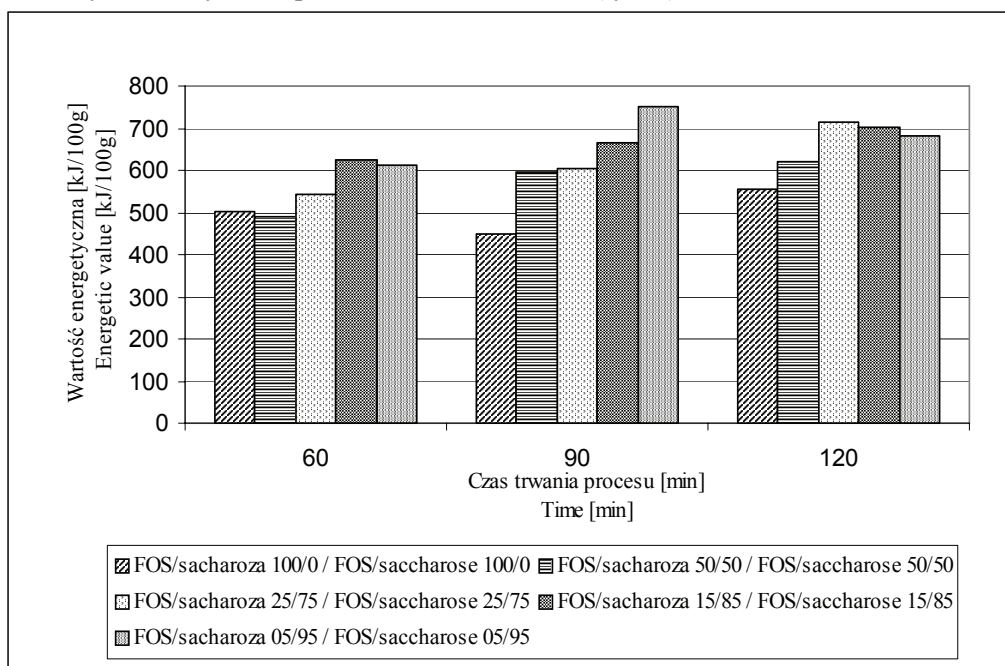


Rys. 6. Udział fruktooligosacharydów w sumie cukrów w wiśniach odwadnianych osmotycznie w mieszaninach koncentratu FOS i sacharozy. Warunki procesu: wstrząsanie  $210 \pm 10$  cykli/min, temp.  $40^\circ\text{C}$ , owoce/roztwór hipertoniczny 1/4.

Fig. 6. Content of fructooligosaccharide in the total quantity of carbohydrates in sour cherries being osmotically dehydrated in the mixtures of FOS preparation and saccharose. Process conditions: shaking  $210 \pm 10$  cycles/min; temperature  $40^\circ\text{C}$ ; fruit/hypertonic solution ratio 1/4.

Zawartość FOS na poziomie około 32 % sumy sacharydów, odpowiadała zawartości fruktanów  $14,1 \text{ g}/100 \text{ g}$  produktu. Owoce zawierające tak dużą ilość oligosacharydów mogą być z powodzeniem stosowane jako składniki produktów typu musli, w których występują w małych ilościach. W produktach do bezpośredniego spożycia (typu „snack”) byłyby to poziomy zbyt wysokie, gdyż codzienne spożycie FOS nie powinno przekraczać  $2,5 \div 10 \text{ g}$  [20]. Zbyt duża dawka oligosacharydów prowadzi do zaburzeń gastrycznych [12]. W związku z tym przeprowadzono doświadczenia z roztworami o mniejszej zawartości fruktooligosacharydów. Stosując mieszaninę FOS/sacharoza 5/95 uzyskano produkt zawierający  $1,4 \text{ g}/100 \text{ g}$  FOS, co można uznać za bezpieczny poziom przy jednorazowym spożyciu większej ilości produktu (np.  $100 \text{ g}$ ).

Używanie roztworu hipertonicznego o wyższej zawartości FOS przynosi dodatkowy efekt obniżenia wartości kalorycznej odwadnianego materiału. Wartość energetyczna cukrów zawartych w 100 g produktu odwadnianego w ciągu 60 min, w roztworze 5/95 koncentratu FOS/sacharoza jest o 22 % większa od wartości energetycznej cukrów w produkcie odwadnianym w roztworze 100/0 koncentratu FOS/sacharoza. Podobny efekt uzyskano po 120 min odwadniania (rys. 7).



Rys. 7. Wartość energetyczna frakcji sacharydów w owocach odwadnianych w mieszaninach o różnym udziale preparatu FOS i sacharozy, w różnym czasie.

Fig. 7. Caloric value of saccharide fraction in fruit being dehydrated in the mixtures showing different ratio between FOS preparation and saccharose, during various time periods.

W dalszym etapie badano odwadnianie osmotyczne porzeczek w temp. 40 °C. Okazało się, że odwadnianie zachodziło bardzo mało efektywnie, co można przypisać ochronnemu działaniu skórki, która stanowi dla wody trudną do pokonania barierę. Po 60 min sucha substancja wzrosła zaledwie do 19 % z początkowych 18,1 %. Zawartość fruktooligosacharydów wyniosła około 3,1 % sumy cukrów. W celu przyspieszenia procesu odwadniania podwyższono temperaturę. W temp. 50 °C nie uzyskano znacznego przyrostu suchej substancji, natomiast niewiele wyższa była zawartość FOS, około 4 %. Proces odwadniania przebiegał znacznie szybciej dopiero w temp. 60 °C. Po 60 min zawartość suchej substancji wzrosła do około 23 %. Jeszcze wyższy wzrost odnotowano w przypadku podwyższenia temp. do 70 °C (około 27 %) i 80 °C (około 37 %).



## Wnioski

1. Temperatura wpływa na stabilność fruktooligosacharydów (FOS) podczas osmotycznego odwadniania wiśni i czarnych porzeczek – im wyższa temperatura tym szybciej zachodzi hydroliza FOS. Rozkład jest intensywniejszy w przypadku dehydratacji wiśni.
2. Odwodnione w koncentratkach FOS mrożone wiśnie zawierają więcej fruktooligosacharydów niż odwodnione w tych samych warunkach porzeczek, które są materiałem trudno poddającym się odwadnianiu osmotycznemu i wymagają zastosowania temperatury minimum 60 °C.
3. Dodatek fruktooligosacharydów: kestozy i nystozy do roztworu sacharozy spowalnia proces dehydratacji owoców.
4. Zastąpienie 50 % sacharozy fruktooligosacharydami (nystozą i ketozą) powoduje zmniejszenie wartości energetycznej cukrów zawartych w produktach odwodnionych o ponad 22 %.

## Literatura

- [1] ADA REPORTS: Position of the American Dietetic Association Functional foods. J. Am. Diet. Assoc., 1999, **10**, 1278-1285.
- [2] Alvarez C.A., Aguerre R., Gómez R., Yidales S., Alzamora S.M., Gerschenson L.N.: Air dehydration of strawberries: effect of blanching and osmotic pre-treatments on the kinetics of moisture transport. J. Food Eng., 1995, **25**, 167-178.
- [3] Amarowicz R.: Znaczenie żywieniowe oligosacharydów. Roczn. PZH, 1999, **50**, 89-95.
- [4] Andersson H.B., Ellegard L.H., Bosaeus I.G.: Non-digestibility characteristics of inulin and oligofructose in humans. J. Nutr., 1999, **129**, 1428S.
- [5] Bolin H.R., Huxol C.C., Jackson R., Ng K.C.: Effects of osmotic agents and concentration on fruit quality. J. Food Sci., 1983, **48**, 202-205.
- [6] Bornet F., Achour L., Bourne Y., Mottos M., Vahedi K., Salfati J., Pochart P., Flourie B., Rambaud J.C.: Four weeks ingestion of short-chain fructooligosaccharides increase fecal bifidobacteria and cholesterol's concentration in healthy elderly volunteers. Proc. Int. Symp. „Non – digestible oligosaccharides: food for the colon?” 1997, Wageningen, the Netherlands, p. 161.
- [7] Bornet F., Bourne Y., Vahedi K., Achour L., Salfati J., Martens P., Flourie B., Rambaud J. C.: Short-chain fructooligosaccharides administration increase faecal bifidobacteria in healthy humans with a dose-respons relation. Proc. Intern. Symp. „Non – digestible oligosaccharides: healthy, food for the colon?” 1997, Wageningen, the Netherlands, p. 160
- [8] Bornet F.R.J., Brouns F., Tashiro Y., Duvillier V.: Nutritional aspects of short-chain fructooligosaccharides: natural occurrence, chemistry, physiology and health implications. Digest Liver Dis, 2002, **34** (suppl. 2), S111-120.
- [9] Chiralt A., Talers P.: Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues. J. Food Eng., 2005, **67**, 167-177.
- [10] Florowska A., Krygier K.: Zastosowanie nietrawionych oligosacharydów w produktach spożywczych. Przem. Spoż., 2004, **5**, 44-46.

- [11] Gibson G.R.: Dietary modulation of the human gut microflora using the prebiotics oligofructose and inulin. *J. Nutr.* 1999, **129**, 1438S.
- [12] Jarczyk A., Berdowski J.B.: Przetwórstwo owoców i warzyw. Część I, WSiP, Warszawa 1997, s. 21.
- [13] Kamińska A., Lewicki P.P.: Metoda dehydrofreezing (D-F) – znaczenie i przyszłość. *Przem. Spoż.*, 2005, **9**, 12-14.
- [14] Klewicki R., Uczciwek M.: Effect on osmotic dehydration in fructose, sucrose and fructooligosaccharide solutions on the content of saccharides in plums and apples and their energy value. *Agric. Food Sci.*, przyjęte do druku.
- [15] Kowalska H., Lenart A.: The influence of plant tissue structure on osmotic dehydration. 12th Int. Drying Symp. IDS, 2000, Netherlands, Hague, p. 242.
- [16] Król B., Klewicki R.: Wytwarzanie koncentratów fruktooligosacharydów (FOS) o zróżnicowanym składzie oligomerycznym z wykorzystaniem enzymatycznej biokonwersji sacharozy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2 (43)**, 5-21.
- [17] Król B., Zduńczyk Z.: Biokonwersja sacharozy i inuliny do prebiotycznych  $\beta$ -fruktooligosacharydów. W: Enzymatyczna modyfikacja składników żywności – pod red. E. Kołakowskiego, W. Bednarskiego i S. Bieleckiego, Wyd. AR, Szczecin 2005, ss. 451-461.
- [18] Lazarides H.N., Katsanidis E., Nicolaidis A.: Mass transfer kinetics during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. *J. Food Eng.*, 1995, **25**, 151-165.
- [19] Lenart A., Lewicki Piotr P.P.: Owoce i warzywa utrwalane sposobem osmotyczno-owiewowym. *Przem. Spoż.*, 1996, **8**, 70-72.
- [20] Lenart A.: Osmotyczne odwadnianie jako obróbka wstępna przed suszeniem konwekcyjnym owoców i warzyw. *Przem. Spoż.*, 1990, **12**, 307-309.
- [21] Lenart A.: Sacharoza jako czynnik modyfikujący osmotyczno-owiewowe utrwalanie jabłek. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1988, ss. 9-29.
- [22] Lewicki P., Porzecka-Pawlak R.: Effect of osmotic dewatering on apple tissue structure. *J. Food Eng.*, 2005, **66**, 43-50.
- [23] Matuska M., Lenart A., Lazarides N.H.: On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. *J. Food Eng.*, 2006, **72**, 85-91.
- [24] Ogonek A., Lenart A.: Wpływ selektywnych powłok jadalnych na odwadnianie osmotyczne truskawek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **3 (28)**, 62-73.
- [25] Piotrowski D., Lenart A., Wardzyński A.: Influence of osmotic dehydration on microwave-convective drying of frozen strawberries. *J. Food Eng.*, 2004, **65**, 519-525.
- [26] PN-90 A –75101/03. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [27] Rastogi N.K., Raghavarao K.S.M.S., Niranjana K., Knorr D.: Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. *Trends in Food Science & Technology*, 2002, **13**, 48-59.
- [28] Rosa M.D., Giroux F.: Osmotic treatments (OT) and problems related to the solution management. *J. Food Eng.*, 2001, **49**, 223-236.
- [29] Saito Y., Takano T., Rowland I.: Effects of soybean oligosaccharides on the microflora *in vitro* culture. *Microbial Ecol. Health Dis.*, 1992, **5**, 105.
- [30] Spiegel J.E., Rose R., Karabell P., Frankos Vasilios H., Schmitt D.F.: Safety and benefits fructooligosaccharides as food ingredients. *Food Technol.*, 1994, **1**, 85-89.
- [31] Torreggiani D.: Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Res. Int.*, 1993, **26**, 59-68.
- [32] Viberg U., Sjöholm I.: Sucrose Inversion During Osmotic Pre-treatment of Strawberries. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 1998, **31**, 546-551.

**OSMOTIC DEHYDRATION OF FRUITS IN SOLUTIONS CONTAINING  
FRUCTOOLIGOSACCHARIDES****S u m m a r y**

The objective of the study was to determine the effect of temperature, time, and composition of dehydrating solution on the content of saccharides in fruits being dehydrated.

In the experiments, hypertonic solutions containing fructooligosaccharides, saccharose, glucose, and fructose were used to osmotically dehydrate frozen, stoned sour cherries (English Morello variety) and frozen blackcurrants (Tiben variety). Under the static conditions, dewatering was performed in different temperature ranges (25 - 60 °C) using a FOS preparation the quantity of which was four times as high as the quantity of fruit. When stirring was included in the process, sour cherries were dehydrated at 40 °C using a solution showing a varying FOS-to-saccharose ratio: 5/95, 15/85, 25/75, 50/50, and 100/0. The dehydration process of blackcurrants was performed at 40 - 80 °C and the FOS concentration was applied. It was proved that the temperature, time and the composition of the solution used significantly impacted the content of fructooligosaccharide in dried fruit. In the case of sour cherries, the best results, owing to fructooligosaccharides contained in the fruit (14.1 g/100 g) were obtained under the following conditions: temperature of 40 °C, the FOS preparation with no saccharose added applied as an osmotic substance. In the case of blackcurrants, it was found that the best conditions were as follows: temperature: 60 °C; FOS/saccharose ratio: 100/0; process time: 120 min, hypertonic solution: FOS preparation with no saccharose added (the content of fructooligosaccharide in the product: 3.2 g/100 g).

**Key words:** osmotic dehydration, fructooliosaccharides, sour cherries, blackcurrants ☒

PAWEŁ NOWICKI

## POZIOM ZAPEWNIENIA JAKOŚCI ŚWIADCZONYCH USŁUG PRZEZ SIĘĆ BARÓW BISTRO W OPINII KLIENTÓW

### Streszczenie

Przedmiotem badań było poznanie świadomości klientów barów bistro w zakresie higieny produkcji żywności, w zależności od wieku i wykształcenia. Wyniki badań są odzwierciedleniem poziomu wiedzy klientów w tym zakresie i próbą określenia czy wiek i wykształcenie mają istotne znaczenie w percepcji tego problemu. Badaniami objęte zostały bary bistro wybranej sieci stacji benzynowych w Małopolsce. Przeprowadzone zostały w 2007 roku za pomocą anonimowej ankiety z wykorzystaniem 100 kwestionariuszy. Badania wykazały, że przeciętny konsument jest świadomy wagi zagadnień z zakresu higieny produkcji żywności i jest krytyczny, wypowiadając się na tematy dotyczące jakości produktów spożywczych oraz poziomu obsługi w barach bistro wybranej sieci stacji benzynowych.

Przeprowadzone badania dowodzą, że wykształcenie wpływało korzystnie na świadomość i postrzeganie higieny produkcji żywności, natomiast wiek nie wpływał istotnie na percepcję klientów w tym zakresie.

**Słowa kluczowe:** higiena produkcji żywności, badania konsumenckie, świadomość klientów, bary bistro, stacje benzynowe

### Wprowadzenie

Wraz ze wzrostem znaczenia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności można zaobserwować rosnące zainteresowanie podmiotów handlowo-usługowych problematyką zarządzania bezpieczeństwem zdrowotnym w produkcji i obrocie żywnością [6, 7, 8].

Od kilku lat, w Polsce można zauważyć rosnącą tendencję do spożywania posiłków poza domem. Obecnie konsument korzysta z usług gastronomicznych nie tylko w celu zaspokojenia podstawowych potrzeb żywieniowych, a oferowane usługi obejmują coraz szerszy zakres, jak również coraz większą grupę klientów. Dobrym tego przykładem są stacje benzynowe, na których znajdują się bary bistro [4]. Zakłady gastronomiczne, w tym również bary bistro na stacjach benzynowych, chcąc odnieść

sukces na rynku muszą w strategii firmy uwzględnić wymagania klienta oraz wdrożyć odpowiedni system zapewnienia jakości. Właściwa jakość to gwarancja stałych klientów oraz możliwość rozwoju firmy i osiągnięcia zysku [9].

Poprzez wdrożenie systemu zapewnienia jakości zdrowotnej żywności zakłady gastronomiczne dają poczucie bezpieczeństwa konsumentowi, chroniąc go od zagrożeń generowanych przez żywność i realizując tym samym przepisy prawa żywnościowego dot. bezpieczeństwa żywności [10].

Celem przeprowadzonych badań było poznanie świadomości klientów barów bistro wybranej sieci stacji benzynowych w zakresie bezpieczeństwa i higieny przygotowywania i serwowania posiłków oraz określenie poziomu satysfakcji klientów firmy. Podstawowymi przesłankami realizacji tego projektu były:

- Ważność problemu ze względu na dużą dzienną konsumpcję produktów spożywczych na stacjach benzynowych – w barach bistro każdej stacji codziennie obsługiwanych jest około 200 klientów, co stanowi potencjalnie wysokie ryzyko występowania zagrożeń.
- Specyfika branży, w której występuje powiązanie sprzedaży produktów spożywczych oraz produktów ropopochodnych. Dużą trudnością w prowadzeniu tego typu działalności gospodarczej jest umożliwienie organizacji pracy w sposób niepowodujący zagrożeń w odniesieniu do oferowanych produktów żywnościowych.

### **Material i metody badań**

Badania przeprowadzono na terenie województwa małopolskiego w 2007 roku, metodą ankietową z wykorzystaniem kwestionariusza. Klienci barów bistro sieci stacji benzynowych zostali przebadani za pomocą anonimowej ankiety, mającej na celu określenie poziomu ich satysfakcji i świadomości w zakresie bezpieczeństwa i higieny żywności. Respondenci byli wybierani losowo spośród osób, które korzystały z barów bistro. Odpowiedzi udzieliło 109 osób, z czego poprawnie wypełnionych kwestionariuszy było 100. Kwestionariusz ankiety zawierał 9 pytań zamkniętych i 1 pytanie otwarte, co pozwoliło uzyskać precyzyjne odpowiedzi. Dodatkowo respondenci odpowiadali na pytania dotyczące płci, wieku i wykształcenia. Badania miały charakter pilotażowy i stanowią wstęp do badań ogólnopolskich.

### **Wyniki i ich omówienie**

Charakterystykę struktury społecznej respondentów przedstawiono w tab. 1. Spośród 100 osób, które prawidłowo wypełniły ankietę, najliczniej reprezentowaną grupą byli mężczyźni (83 %). Biorąc pod uwagę wykształcenie ankietowanych, największą grupę stanowiły osoby z wykształceniem wyższym (39 %). Pod względem wieku największą grupę klientów barów bistro wybranej sieci stacji benzynowych stanowili ludzie w wieku do 45 lat (85 %), co może świadczyć o tym, że usługi tego typu barów

skierowane są głównie do ludzi młodych, którzy nie mają czasu na samodzielne przygotowywanie posiłków, będąc często w trakcie podróży lub wyjazdów służbowych.

Tabela 1

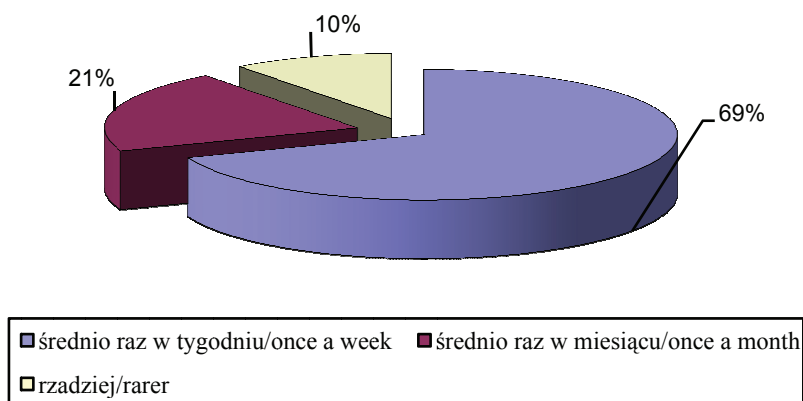
Struktura społeczna respondentów.  
Social structure of respondents.

Płeć / Sex	Udział / Per cent rate [%]
Kobieta / Female	17
Mężczyzna / Male	83
Wiek / Age	Udział / Per cent rate [%]
Poniżej 25 / below 25	22
26 - 35 lat / years	34
36 - 45 lat / years	29
46 - 55 lat / years	10
56 - 65 lat / years	5
Powyżej 65 lat / above 65	0
Wykształcenie / Education	Udział / Per cent rate [%]
Podstawowe / Primary	0
Zawodowe / Vocational	12
Średnie / Secondary	22
Pomaturalne / Post secondary	27
Wyższe / Higher	39

Po zmianie systemu gospodarczego nastąpiły zmiany sytuacji demograficzno-społecznej Polski, które spowodowały pojawienie się nowych trendów w zachowaniach żywieniowych Polaków. Współczesny konsument przyczynił się do zwiększenia popytu na żywność wygodną. Zmianom podlega również częstotliwość oraz miejsce dokonywania zakupów [3, 11], o czym świadczą przeprowadzone badania. Blisko 70 % klientów (rys. 1) korzysta z barów bistro częściej niż raz w tygodniu. Świadczy to może również o tym, że w większości są to stali klienci, którzy są przyzwyczajeni do marki i takie zachowanie stało się ich zwyczajem.

Znaczenie cech jakościowych produktu oraz jego świeżości zostały potwierdzone w licznych badaniach dotyczących poszczególnych rodzajów żywności [1, 2, 5]. W tab. 2. przedstawiono zależność pomiędzy częstotliwością korzystania z barów bistro a postrzeganiem poziomu jakości oferowanych produktów. Przeprowadzone badania dowodzą, że im rzadziej klienci korzystają z barów bistro wybranej sieci stacji

benzynowych, tym postrzeganie poziomu jakości obsługi jest wyższe. Dzieje się tak najprawdopodobniej dlatego, że klienci korzystający z barów na stacjach benzynowych nie mają porównania z innymi obiektami w ramach tego samego koncernu.



Rys. 1. Częstotliwość korzystania z barów bistro przez klientów [% odpowiedzi].

Fig. 1. Frequency of using bistro bars by customers [% of responses].

Tabela 2

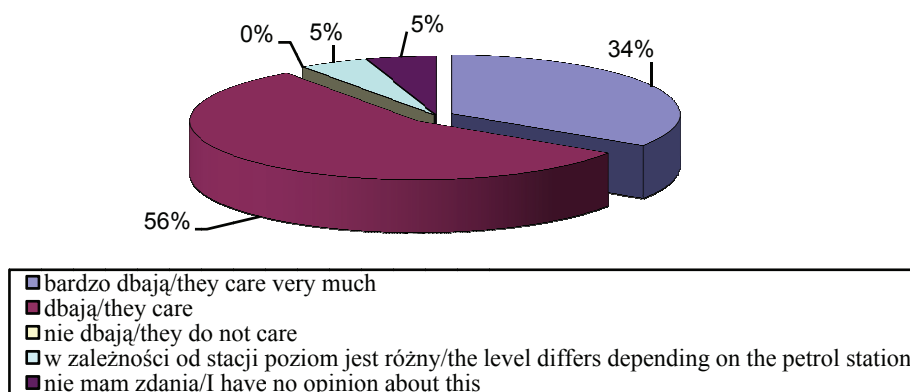
Postrzeganie poziomu jakości produktów oferowanych w barach bistro w zależności od częstotliwością korzystania z usług tych barów [% odpowiedzi].

Perception of the quality level of products offered in bistro bars depending on the frequency of using services rendered by them [% of responses].

Ocena jakości produktów spożywczych Assessment of quality level of food products	Częstotliwość korzystania z barów bistro przez klientów Frequency of using bistro bars by customers		
	Średnio raz w tygodniu Once a week	Średnio raz w miesiącu Once a month	Rzadziej Less than once a week or once a month
Wysoka / High	15	25	50
Porównywalna Comparable	85	75	50
Niska / Low	0	0	0

Na pytania dotyczące kwalifikacji, profesjonalizmu i wynikającego z tych cech poziomu obsługi świadczonej przez pracowników klienci, oceniając w skali 5-punktowej (5 pkt jest oceną najwyższą, a 1 pkt oceną najniższą), ocenili ten poziom średnio na 4,37 pkt. Ponad 90 % respondentów oceniła pracowników bardzo wysoko, co świadczy o wysokim poziomie zadowolenia z obsługi, a także zadowolenia z jakości oferowanych produktów.

Klienci mieli również możliwość wyrażenia swojej opinii na temat dbałości o higienę przygotowywania i serwowania potraw oraz czystość pomieszczeń na stacji benzynowej. Spośród ankietowanych 90 % respondentów oceniło pracowników wysoko i uznało, że higiena przygotowywania i serwowania potraw, a także czystość pomieszczeń jest na wysokim poziomie. Tylko 5 % ankietowanych zauważyło, że poziom higieny na różnych stacjach tego samego koncernu jest różny. Odsetek ten świadczy o wysokim standardzie higieny utrzymywanym w większości stacji danego koncernu. Z przeprowadzonych badań wynika (tab. 3), że percepcja kobiet i mężczyzn nie różni się, gdyż bardzo podobnie oceniają i postrzegają dbałość o higienę przy przygotowywaniu i serwowaniu potraw. Niemniej jednak 6 % ankietowanych mężczyzn zwróciło uwagę, że w zależności od baru bistro (w ramach tego samego koncernu) poziom jest różny. Świadczyć to może o tym, że mężczyźni ci często korzystają z barów bistro i stacji tego koncernu i mają porównanie z innymi stacjami. Kobiety rzadziej korzystają z barów bistro na stacjach benzynowych, więc nie mają takiego porównania – jak mężczyźni – stąd 14 % kobiet nie wyraziło zdania na temat higieny przygotowywania i serwowania produktów, a także czystości pomieszczeń, co może świadczyć, że były klientkami przypadkowymi.



Rys. 2. Opinia klientów na temat dbałości o higienę przygotowywania i serwowania potraw oraz higienę pomieszczeń [% odpowiedzi].

Fig. 2. Customer opinions on how bistro bar staff cares about the hygiene while preparing and serving meals, and on the hygiene in the bar space [% of responses].

Poziom jakości produktów spożywczych w badanych barach bistro, w porównaniu z produktami oferowanymi w innych sieciach stacji benzynowych, był znacznie wyżej oceniany przez kobiety (71 % respondentek) niż przez mężczyzn (62 % respondentów). Może to świadczyć o tym, że mężczyźni zdecydowanie częściej jedzą posiłki w przypadkowo wybranych miejscach ze względu np. na rodzaj pracy (handlowcy, konwojen-



ci), co może obniżać ich poziom wrażliwości dotyczącej jakości posiłków. O wysokiej jakości produktów oferowanych na stacjach wybranej sieci może świadczyć fakt, że nikt z ankietowanych nie ocenił produktów niżej od produktów konkurencji.

Tabela 3

Opinia respondentów dotycząca dbałości o higienę przygotowywania i serwowania potraw w barach bistro, a także czystości pomieszczeń, z uwzględnieniem płci respondentów [% odpowiedzi].  
Respondents' opinions on how bistro bar staff cares about the hygiene while preparing and serving meals, and on the cleanness in the bar space depending on the sex of respondents [% of responses].

Opinia respondenta Respondent's opinion	Ogółem Total	Płeć / Sex	
		Kobieta Female	Mężczyzna Male
Bardzo dbają / They care very much	34	28	36
Dbają / They care	56	57	56
Nie dbają / They do not care	0	0	0
W zależności od stacji poziom jest różny The level differs depending on the petrol station	5	0	6
Nie mam zdania / I have no opinion about this	5	14	2

Tabela 4

Wyniki porównawczej oceny poziomu jakości produktów spożywczych oferowanych w barach bistro badanej sieci z produktami oferowanymi w barach stacji benzynowych innych sieci [% odpowiedzi].  
Comparative assessment results of the quality level of food products offered in bistro bars of the network survey and of the food products offered in the bars in petrol stations belonging to other networks market [% of responses].

Ocena respondenta Respondent's opinion	Ogółem Total	Płeć / Sex	
		Kobieta / Female	Mężczyzna / Male
Porównywalna Comparable	39	29	38
Wyższa / Higher	61	71	62
Niższa / Lower	0	0	0

Analizując odpowiedzi na pytanie dotyczące poziomu obsługi świadczonej przez pracowników (tab. 5) można powiedzieć, że pod tym względem mężczyźni (tylko 47 % ocen bardzo dobrych) okazali się zdecydowanie bardziej wymagający niż kobiety (ponad 70 % ocen bardzo dobrych). Równocześnie mężczyźni oceniali poziom obsługi bardziej krytycznie w porównaniu z kobietami, gdyż blisko 10 % z nich oceniło obsługę tylko na poziomie 3,0 pkt, w skali 5-stopniowej.

Tabela 5

Konsumencka ocena poziomu obsługi świadczonej przez pracowników barów bistro [% odpowiedzi].  
Consumer assessment of the quality level of services rendered by bistro bar staff [% of responses].

Ocena [pkt] Assessment [scored points]	Ogółem Total	Płeć / Sex	
		Kobieta / Female	Mężczyzna / Male
5	51	71	47
4	41	29	44
3	8	0	9
2	0	0	0
1	0	0	0

Podobną prawidłowość można zauważyć, analizując pytanie dotyczące określenia poziomu zadowolenia z jakości oferowanych produktów (tab. 6.). Mężczyźni po raz kolejny okazali się bardziej wymagający niż kobiety. Ponad 2/3 ankietowanych kobiet przyznało 4,0 pkt, natomiast pozostała liczba kobiet przyznała ocenę maksymalną. Z kolei punktacja w grupie mężczyzn miała odmienny rozkład. Blisko połowa z nich (47 % odpowiedzi) oceniła poziom zadowolenia z jakości oferowanych produktów na 5,0 pkt. Mężczyźni, w przeciwieństwie do kobiet, wykazali także dezaprobatę w postaci przyznania ocen na poziomie 2,0 pkt.

Tabela 6

Konsumencka ocena poziomu zadowolenia z jakości produktów oferowanych w barach bistro [% odpowiedzi].  
Consumer assessment of the satisfaction level referring to quality of products offered in bistro bars [% of responses].

Ocena [pkt] Assessment [scored points]	Ogółem Total	Płeć / Sex	
		Kobieta / Female	Mężczyzna / Male
5	44	29	47
4	44	71	38
3	10	0	12
2	2	0	3
1	0	0	0

Biorąc pod uwagę opinie klientów nt. kwalifikacji i profesjonalizmu obsługującego pracownika, a także poziomu obsługi świadczonej przez pracowników barów bistro, w zależności od wykształcenia respondentów (tab. 7 i 8), stwierdzono, że klienci z wykształceniem zawodowym wykazali 100 % zadowolenie. Pozostałe grupy klien-

tów wyrażały zróżnicowane opinie. Z przeprowadzonych badań wynika, że najbardziej krytyczni byli klienci z wyższym wykształceniem, a najmniej z zawodowym. Świadczy to o większych wymaganiach klientów lepiej wykształconych, którzy oczekują wyższego standardu obsługi.

Tabela 7

Konsumentencka ocena poziomu kwalifikacji i profesjonalizmu obsługującego pracownika baru bistro, w zależności od wykształcenia respondentów [% odpowiedzi].  
Consumer assessment of bistro bar service employee qualifications and proficiency level depending on the education level of respondents [% of responses].

Ocena [pkt] Assessment [scored points]	Ogółem Total	Wykształcenie / Education				
		Podstawowe Primary	Zawodowe Vocational	Średnie Secondary	Pomaturalne Post secondary	Wyższe Higher
5	52	0	100	44	64	31
4	41	0	0	56	36	50
3	5	0	0	0	0	13
2	2	0	0	0	0	6
1	0	0	0	0	0	0

Tabela 8

Konsumentencka ocena poziomu obsługi świadczonej przez pracowników barów bistro, w zależności od wykształcenia respondentów [% odpowiedzi].  
Customer assessment of quality level of services rendered by bistro bar staff depending on the education level of respondents [% of responses].

Ocena [pkt] Assessment [scored points]	Ogółem Total	Wykształcenie / Education				
		Podstawowe Primary	Zawodowe Vocational	Średnie Secondary	Pomaturalne Post secondary	Wyższe Higher
5	51	0	100	56	55	31
4	41	0	0	44	36	56
3	8	0	0	0	9	13
2	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0

Analizując opinię klientów nt. zadowolenia z poziomu jakości oferowanych produktów spożywczych oraz wyglądu higienicznego produktów (tab. 9 i 10) po raz kolejny klienci z wykształceniem wyższym okazali się najbardziej krytyczni i najbardziej wymagający. Niemniej jednak w tym przypadku nie było tak dużej dysproporcji pomiędzy klientami z różnym poziomem wykształcenia, aczkolwiek po raz kolejny klienci z wykształceniem zawodowym okazali się najmniej wymagający.

Tabela 9

Konsumencka ocena zadowolenia z poziomu jakości oferowanych produktów spożywczych w barach bistro, w zależności od wykształcenia respondentów [% odpowiedzi].

Consumer assessment of the satisfaction level referring to quality of food products offered in bistro bars depending on the education level of respondents [% of responses].

Ocena [pkt] Assessment [scored points]	Ogółem Total	Wykształcenie / Education				
		Podstawowe Primary	Zawodowe Vocational	Średnie Secondary	Pomaturalne Post secondary	Wyższe Higher
5	44	0	40	56	55	31
4	44	0	60	33	36	50
3	10	0	0	11	9	13
2	2	0	0	0	0	6
1	0	0	0	0	0	0

Tabela 10

Konsumencka ocena wyglądu higienicznego produktów sprzedawanych w barach bistro, w zależności od wykształcenia respondentów [% odpowiedzi].

Customer assessment of hygienic appearance of food products sold in bistro bars depending on the education level of respondents [% of responses].

Ocena [pkt] Assessment [scored points]	Ogółem Total	Wykształcenie / Education				
		Podstawowe Primary	Zawodowe Vocational	Średnie Secondary	Pomaturalne Post secondary	Wyższe Higher
5	61	0	80	67	73	44
4	32	0	20	33	9	50
3	7	0	0	0	18	6
2	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0

Rozpatrując opinię klientów nt. kwalifikacji i profesjonalizmu obsługującego pracownika oraz poziomu obsługi świadczonej przez pracowników barów bistro w zależności od wieku respondentów (tab. 11 i 12), nie zaobserwowano istotnych różnic w poszczególnych grupach wiekowych. W większości grup klienci wykazywali bardzo podobną wrażliwość i ich wymagania były zbliżone. Jednak w przypadku klientów powyżej 65 roku życia można stwierdzić 100 % zadowolenie, co może świadczyć, że ta grupa jest najmniej wymagająca i nie zaobserwowała żadnych uchybień.

Tabela 11

Konsumentencka ocena kwalifikacji i profesjonalizmu obsługującego pracownika baru bistro, w zależności od wieku respondentów [% odpowiedzi].

Consumer assessment of bistro bar service employee qualifications and proficiency level depending on the age of respondents [% of responses].

Ocena [pkt] Assessment [scored points]	Ogółem Total	Wiek [lata] / Age [years]					
		Poniżej 25 Below 25	26 - 35	36 - 45	46 - 55	56 - 65	Powyżej 65 Above 65
5	52	44	50	50	50	100	0
4	41	44	50	33	50	0	0
3	5	0	0	17	0	0	0
2	2	12	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 12

Konsumentencka ocena poziomu obsługi świadczonej przez pracowników barów bistro, w zależności od wieku respondentów [% odpowiedzi].

Customer assessment of quality level of services rendered by bistro bar staff depending on the age of respondents [% of responses].

Ocena [pkt] Assessment [scored points]	Ogółem Total	Wiek [lata] / Age [years]					
		Poniżej 25 Below 25	26 - 35	36 - 45	46 - 55	56 - 65	Powyżej 65 Above 65
5	51	44	50	50	50	100	0
4	41	33	50	42	50	0	0
3	8	23	0	8	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0

Analizując opinie klientów nt. zadowolenia z poziomu jakości oferowanych produktów spożywczych oraz wyglądu higienicznego produktów sprzedawanych w barach bistro w zależności od wieku ankietowanych, wykazano niewielkie zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi grupami wiekowymi (tab. 13 i 14). W większości grup klienci wykazywali podobną wrażliwość i ich wymagania były zbliżone. Niemniej jednak klienci w wieku 36 - 45 lat okazali się najbardziej wymagający i mieli najwięcej zastrzeżeń i uwag, co odzwierciedlają przyznane przez nich niższe oceny.

Tabela 13

Konsumencka ocena zadowolenia z jakości produktów spożywczych oferowanych w barach bistro, w zależności od wieku respondentów [% odpowiedzi].

Customers opinion on satisfaction level of served products depending on age of respondents.

Consumer assessment of the satisfaction level referring to quality of food products offered in bistro bars depending on the age of respondents [% of responses].

Ocena [pkt] Assessment [scored points]	Ogółem Total	Wiek [lata] / Age [years]					
		Poniżej 25 Below 25	26 - 35	36 - 45	46 - 55	56 - 65	Powyżej 65 Above 65
5	44	33	64	41	0	50	0
4	44	55	36	41	50	50	0
3	10	12	0	9	50	0	0
2	2	0	0	9	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 14

Konsumencka ocena wyglądu higienicznego produktów sprzedawanych w barach bistro, w zależności od wieku respondentów [% odpowiedzi].

Customer assessment of hygienic appearance of food products sold in bistro bars depending on the age of respondents [% of responses].

Ocena [pkt] Assessment [scored points]	Ogółem Total	Wiek [lata] / Age [years]					
		Poniżej 25 Below 25	26 - 35	36 - 45	46 - 55	56 - 65	Powyżej 65 Above 65
5	61	77	57	58	50	50	0
4	32	23	43	33	50	50	0
3	7	0	0	9	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0

## Wnioski

1. Konsumenci wykazują wysoką świadomość zagadnień związanych z higieną żywności, zwłaszcza dotyczącą barów bistro, i potrafią być krytyczni w ocenie takich placówek.
2. Klienci korzystający z usług barów bistro na stacjach benzynowych badanej sieci określają swój poziom zadowolenia jako wysoki lub bardzo wysoki.
3. Z przeprowadzonych badań wynika, że istotną rolę przy zakupie produktów spożywczych w barach bistro ma higieniczne przygotowywanie produktów, jak i sam

- ich wygląd oraz czyste, schludne i estetyczne pomieszczenie, w którym ta żywność jest przygotowywana.
4. Wykształcenie wpływa na świadomość w zakresie higieny produkcji żywności oraz postrzeganie produktu, gdyż klienci z wyższym wykształceniem oczekują wyższych standardów oferowanych usług gastronomicznych. Nie wykazano natomiast wpływu wieku respondentów na ocenę jakości usług; jedynie w przypadku dwóch pytań klienci w wieku 36 - 45 lat okazali się bardziej wymagający.

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2009 jako projekt badawczy nr N112 054034; była prezentowana podczas XIII Ogólnopolskiej Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Łódź, 28- 29 maja 2008 r.*

### Literatura

- [1] Babicz-Zielińska E.: Czynniki wpływające na wybór żywności. Konsument żywności i jego zachowania rynkowe. Ogólnopolska Konferencja Naukowa, 12-13. 10. 2000, s. 245-253.
- [2] Babicz-Zielińska E.: Zachowanie konsumenta w stosunku do żywności i żywienia. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2001, **4 (29) Supl.**, s 5-13.
- [3] Cegielska-Radziejowska R., Kijowski J.: Wygodne, wzbogacone i bezpieczne produkty z jaj. Przegl. Piek. Cuk., 2002, **7**, 2-8.
- [4] Czarniecka-Skubina E.: Jakość usługi gastronomicznej w aspekcie żywieniowym, technologicznym i higienicznym. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **1 (46) Supl.**, 24-34.
- [5] Jeznach M.: Jakość jako kryterium wyborów konsumenckich na rynku żywności. Decyzje konsumentów i ich determinanty. Wyd. UWM, Olsztyn 2003, s. 20.
- [6] Kijowski, J., Sikora, T. (red.): Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem żywności. Integracja i informatyzacja systemów. WNT, Warszawa 2003.
- [7] Kołożyn-Krajewska, D., Sikora, T.: HACCP. Koncepcja i system zapewnienia bezpieczeństwa jakości. SITSpoz, Warszawa 1999.
- [8] Luning, P.A., Marcelis, W.J., Jongen, W.M.F.: Zarządzanie jakością żywności. Ujęcie technologiczno-menedżerskie. WNT, Warszawa 2005.
- [9] Nieżurawska M.: Jakość żywności a preferencje konsumentów. Przem. Spoż., 2001, **55, 12**, 32-33.
- [10] Ozimek I., Bezpieczeństwo żywności w aspekcie ochrony konsumenta w Polsce. Wyd. SGGW, Warszawa 2006, s. 15.
- [11] Trziszka T., Nowak M., Kaźmierska M.: Preferencje konsumentów jaj na rynku Wrocławskim, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **3 (48)**, 109-117.


### GUARANTEED LEVEL OF SERVICE QUALITY IN A NETWORK OF BISTRO BARS AS PERCEIVED BY CUSTOMERS

#### Summary

The objective of the survey was to find what the customers of bistro bars knew about the food production hygiene and how they perceived it depending on their age and education level. The survey results

obtained reflected the level of customer knowledge in this field; they constituted an attempt to find whether or not the age and education were significantly important for the perception of this issue. The survey covered bistro bars in one petrol station network selected in the Province of Malopolska. The survey was conducted in 2007 and consisted in anonymously polling 100 customers using questionnaires. The survey results showed that the average customer was aware of the importance of food production hygiene and, also, was critical when giving his opinion on both the quality of food products and the quality level of services in bistro bars of the selected petrol station network.

The survey accomplished proved that the education level advantageously impacted the awareness and perception of the food production hygiene, however, the age did not significantly impact the customer perception referring to this issue.

**Key words:** food production hygiene, market survey, customer awareness, bistro bars, petrol station 



GRAŻYNA MORKIS

## PROBLEMATYKA ŻYWNOSCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz w Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na 15 maja 2009 r.

### *Polskie akty prawne*

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 18 lutego 2009 r. w sprawie ogólnych odstępstw od wymagań higienicznych w zakładach produkujących żywność tradycyjną niezwięzłego pochodzenia (Dz. U. 2009 r. Nr 37, poz. 294).  
Zostały dopuszczone ogólne odstępstwa od wymagań higienicznych w zakładach produkujących żywność tradycyjną pochodzenia niezwięzłego, w zakresie, jaki jest niezbędny w celu umożliwienia zakładom stosowania tradycyjnej metody produkcji żywności pochodzenia niezwięzłego, określonej we wniosku: o wpis produktu na listę produktów tradycyjnych lub rejestrację produktu lub specyfikacji produktu.  
Odstępstwa nie mogą jednak mieć negatywnego wpływu na zapewnienie bezpieczeństwa produkowanej żywności tradycyjnej pochodzenia niezwięzłego, a w szczególności nie mogą przyczyniać się do jej zanieczyszczenia.
2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 30 kwietnia 2009 r. uchylające rozporządzenie w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać świadectwa zdrowia dla przywożonych zwierząt i produktów akwakultury (Dz. U. 2009 r. Nr 72, poz. 625).  
Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7 stycznia 2005 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać świadectwa zdrowia dla przy-

wożonych zwierząt i produktów akwakultury (Dz. U. Nr 13, poz. 102 oraz z 2007 r. Nr 192, poz. 1391) już nie obowiązuje.

3. Ustawa z dnia 23 stycznia 2009 r. o zmianie ustawy o wyrobie i rozlewie wyrobów winiarskich, obrocie tymi wyrobami i organizacji rynku wina (Dz. U. 2009 r. Nr 38, poz. 298.)

Wyrób wina gronowego lub moszczu gronowego z winogron pozyskiwanych z upraw winorośli położonych na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, przeznaczonych do obrotu, wymaga zgłoszenia Prezesowi Agencji Rynku Rolnego.

Wino gronowe z winogron pozyskiwanych z upraw winorośli położonych na terytorium Polski może być wprowadzone do obrotu, jeżeli zostało wyrobione w miejscu wskazanym w zgłoszeniu. Dopuszcza się przeprowadzenie zabiegu wzbogacania winogron zebranych na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej z krzewów odmian winorośli, lecz przedsiębiorstwo zobowiązane jest zgłosić zamiar wzbogacenia wojewódzkiemu inspektorowi jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych, właściwemu ze względu na miejsce zamieszkania lub siedzibę tego podmiotu.

### *Unijne akty prawne*

1. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 326/2009 z dn. 21 kwietnia 2009 r. rejestrujące nazwę w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych (Andruty kaliskie (ChOG)).(Dz. Urz. UE L 2009, Nr 102, s. 3).

Została zarejestrowana w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych nazwa andruty kaliskie.

Niniejsze rozporządzenie wiąże w całości i jest bezpośrednio stosowane we wszystkich państwach członkowskich.

2. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 182/2009 z dn. 6 marca 2009 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1019/2002 w sprawie norm handlowych w odniesieniu do oliwy z oliwek (Dz. Urz. UE L 2009, Nr 63, s. 6).

Nazwa, pod którą sprzedawane są oliwy z oliwek i oliwy z wyciśniętych z oliwek, powinna być jedną z nazw określonych przez wspólną organizację rynków rolnych. Dodatkowe informacje dotyczące każdej z określonych kategorii oliwy powinny również być umieszczone na etykiecie, ale niekoniecznie w pobliżu nazwy, pod którą produkt jest sprzedawany.

Wprowadzone w rozporządzeniu zmiany ustanawiają określone normy odnośnie handlu detalicznego oliwą z oliwek oraz oliwą z wyciśniętych oliwek, a w szczególności zawartości etykietek tych produktów, aby uniknąć wprowadzania konsumentów w błąd co do rzeczywistych cech charakterystycznych oliwy z oliwek. ❏

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR

## WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOSCI

Prezentujemy 36. część haseł *Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności*. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w *Żywności* nr 3 (28), 2001.

**BADANIE BIAŁEK *in silico* / INVESTIGATION OF PROTEINS *in silico*** – badanie białek z wykorzystaniem komputera i baz danych dotyczących sekwencji i konformacji białek

**BIAŁKA CHIMEROWE / CHIMERIC PROTEINS** – sztucznie utworzone struktury białkowe, stanowiące połączenie wybranych sekwencji białek występujących naturalnie. Białka te są wykorzystywane do badania właściwości biologicznych poszczególnych domen obecnych w białkach naturalnych. Obecnie otrzymuje się je metodami inżynierii genetycznej

**CIEKŁE KRYSZTAŁY / LIQUID CRYSTALS** – są stanem pośrednim między stanem płynnym i krystalicznym. Jest to tzw. stan mezomorficzny, spowodowany szczególnym układem cząsteczkowym, który jest bardziej uporządkowany niż w cieczy, gdzie cząsteczki są rozmieszczone w sposób przypadkowy, ale mniej uporządkowany strukturalnie niż w kryształach. Przykładem mogą być kryształy termotropowe powstające z jednej cząsteczki mającej zgodną konfigurację, np. pochodne cholesterolu, które mogą przenosić substancje tego samego typu, np. witaminy A i E.

**DERMOGRAFIZM / DERMOGRAPHISMS** – tzw. pismo skórne występujące po potarciu skóry – białe pręgi z czerwoną obwódką (skurcz naczyń krwionośnych skóry), lub czerwone pręgi (rozszerzenie naczyń). Jest wyrazem nadmiernej reakcji układu nerwowo-naczyniowego

---

*Prof. dr hab. H. Kostyra, dr A. Wociór, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Oddział Nauki o Żywności, 10-747 Olsztyn, ul. Tuwima 10, prof. dr hab. E. Kostyra, Wydział Nauk o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, 10-957 Olsztyn, ul. Oczapowskiego 7*

**DERYWATYZACJA / DERIVATIZATION** – sposób postępowania w analizie chemicznej, polegający na otrzymaniu związków pochodnych badanego, o korzystniejszej charakterystyce fizykochemicznej, np. o większej lotności, intensywniejszym zabarwieniu

**LIPOMIKRONY / LIPOMICRONS** – sferyczne kulki o średnicy 400-500 nm utworzone z cząsteczek fosfolipidów, kwasów tłuszczowych i cholesterolu, w których część zewnętrzna jest hydrofilowa, a wewnętrzna liofilowa i może być wypełniona m.in. witaminami rozpuszczalnymi w tłuszczach

**MELAMINA / MELAMINE** – cyjanuramid, aromatyczny związek z grupy amin, pochodna triazyny; otrzymywany w procesie trymeryzacji cyjanamidu. Jest bezbarwną substancją krystaliczną stosowaną do wyrobu żywic melaminowych. Ze względu na wysoką zawartość azotu bywa stosowana do zawyżenia zawartości białka w paszach i produktach spożywczych, w których zawartość białka oznacza się przez pomiar ilości azotu

**OLIGOELEMENTY / OLIGOELEMENTS** – substancje niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu, ponieważ niektóre z nich są koenzymami. Często występują w formie glukonianów i są obecne w licznych produktach farmaceutycznych, które zawierają dużą ilość związków mineralnych. Dopuszczone są do sprzedaży rynkowej, co narzuca ich restrykcyjne kontrole jakościowe i ilościowe. Spożycie ich powinno być kontrolowane, ponieważ w nadmiarze mogą być toksyczne. Wchodzą również w skład dodatków do żywności i są poddane tylko klasycznym kontrolom spożywczym, nie osiągając jakości farmaceutycznej, wystarczająco chroniących konsumentów. ☒

## NOWE KSIĄŻKI

### **Food and Nutrients in Disease Management**

[Żywność i składniki odżywcze w postępowaniu leczniczym]

Kohlstadt I.

Wydawnictwo: CRC Press Inc., 2009, ISBN 978-1-4200-6762-0 stron 688, cena 106,90 €

Zamówienia: [www.crcpress.com](http://www.crcpress.com)

Żywność i jej składniki odżywcze mają pierwotne i podstawowe znaczenie prozdrowotne. W ostatnich dekadach problematyka żywienia i medycyny rozeszły się, a naturalne lecznicze właściwości żywności uległy pomniejszeniu w następstwie postępu nowoczesnej techniki. Dzięki wkładowi wysoko cenionych specjalistów, którzy pracują na pierwszej linii postępowania leczniczego („zarządzania jednostką chorobową”), Żywność i składniki pokarmowe w postępowaniu leczniczym skutecznie wprowadza żywność na nowo na arenę kliniczną i pomaga lekarzom umieścić żywność i składniki odżywcze w szeregu działaniach związanych z profilaktyką i leczeniem. Książka ta, jako swoistego rodzaju publikacja encyklopedyczna wyposaża klinicystów w informacje, których potrzebują, by w pełni wykorzystywać medycynę odżywiania klinicznego poprzez umożliwienie im korygowania dawek leków dietą, diagnozowania i korygowania niedoborów składników odżywczych oraz doradzania pacjentom w zakresie wyboru żywności.

### **Extracting Bioactive Compounds for Food Products**

[Ekstrakcja bioaktywnych składników z produktów żywnościowych]

Meireles M. A.

Wydawnictwo: CRC Press Inc., 2008, ISBN 978-1-4200-6237-3, stron 520, cena 113,40 €

Zamówienia: [www.crcpress.com](http://www.crcpress.com)

Zapotrzebowanie na związki bioaktywne w przemyśle spożywczym wzrasta, gdyż firmy prześcigają się w opracowywaniu nowych typów żywności funkcjonalnej i odżywek. Od tradycyjnych procesów, jak destylacja z parą wodną, do nowo opracowywanych technik, jak technologia płynów nadkrytycznych – w książce szczegółowo

omówiono techniczne aspekty procesów stosowanych do ekstrahowania związków bioaktywnych z surowców żywnościowych. W każdym rozdziale przedstawiono podstawy termodynamiki w odniesieniu do opisywanych procesów, przegląd literatury i przykłady zastosowania. Najważniejsze tematy ujęte w tekście obejmują nisko- i wysokociśnieniową ekstrakcję rozpuszczalnikową z matryc warzywnych oraz ekstrakcję i absorpcję typu ciec-z-ciecz.

### **Food Contaminants and Residue Analysis**

[Zanieczyszczenia żywności i analiza pozostałości]

Pico Y.

Wydawnictwo: Elsevier Science Publishers, 2008, ISBN 978-0-444-53019-6, stron 848,

cena 228,40 €

Zamówienia: [www.crcpress.com](http://www.crcpress.com)

W książce omówiono różne aspekty analizy zanieczyszczeń i pozostałości substancji obcych w żywności. Zamieszczono rozważania autora na temat obaw zdrowotnych związanych z tą dziedziną. Podano przegląd informacji dotyczących bezpieczeństwa żywności, celów i znaczenia oznaczania substancji obcych i pozostałości w żywności, a także problemów związanych z analizą tych związków. Przytoczono szczegółowe informacje na temat przepisów prawnych obowiązujących w UE i USA. Omówiono konwencjonalne metody chromatograficzne oznaczania zanieczyszczeń i pozostałości, jak i nowe techniki analityczne, które zostały opracowane w ciągu kilku ostatnich lat, np.: mikroekstrakcję do fazy stałej, chromatografię cieczową, spektrometrię masową, testy immunologiczne i czujniki biologiczne (biosensory). Szczegółowo omówiono takie substancje szkodliwe i pozostałości, jak: pestycydy, mikotoksyny, dioksyny, polichlorowane bifenyle, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, N-nitrozoaminy, aminy heterocykliczne, akryloamid, semikarbazyd, ftalany oraz substancje migrujące z opakowań do żywności. Książka może być praktyczną wskazówką, jak wybierać najskuteczniejsze techniki oznaczania tych związków. Dzięki logicznej strukturze i licznym przykładom, książka *Zanieczyszczenia żywności i analiza pozostałości* jest wartościową pozycją encyklopedyczną i podręcznikiem, jak również praktycznym narzędziem dla szerokiej rzeszy specjalistów: biologów, biochemików, mikrobiologów, chemików żywności, toksykologów, chemików, agronomów, specjalistów od higieny i każdego, kto musi korzystać z technik analitycznych do oceny bezpieczeństwa żywności.

Opracował: *Stanisław Popek*

## TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

### INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 19 Nr 2

czerwiec 2009

---

#### DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

##### Oddział Małopolski

W dniu 21 maja 2009 r. w Krakowie odbyło Walne Zebranie Członków Oddziału Małopolskiego PTTŻ. Członkowie udzielili absolutorium ustępującym władzom Oddziału. W wyniku przeprowadzonych wyborów prezesem Oddziału została wybrana ponownie prof. dr hab. Grażyna Jaworska.

##### Sekcja Młodej Kadry Naukowej

W dniach 21 - 22 maja br. w Akademii Morskiej w Gdyni odbyła się XIV Ogólnopolska Sesja Naukowa Młodej Kadry Naukowej PTTŻ nt.: „Jakość i bezpieczeństwo żywności – wyzwania XXI wieku”.

W Sesji uczestniczyło około 100 osób. Organizatorami byli: Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Oddział Gdański PTTŻ, Zarząd Główny PTTŻ i Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa Akademii Morskiej w Gdyni. Szczególne podziękowania za organizację, warunki i wspaniałą atmosferę podczas Sesji należą się Władzom i Pracownikom Wydziału Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa Akademii Morskiej w Gdyni.

#### WAŻNIEJSZE MIĘDZYKRAJOWE I KRAJOWE KONFERENCJE NAUKOWE W 2009 r.

Czerwiec

18 – 19 **KRAKÓW = IX Konferencja Naukowa z cyklu “Żywność XXI wieku” pt.: „Żywność wzbogacona i nutraceutyki”.** Organizator: Oddział Małopolski PTTŻ.

Kontakt: dr inż. Anna Korus, e-mail: [akorus@ar.krakow.pl](mailto:akorus@ar.krakow.pl)

dr hab. inż. Piotr Gębczyński, e-mail: [rgebczy@cyf-kr.edu.pl](mailto:rgebczy@cyf-kr.edu.pl)

(012) 662 47 55; fax: (012) 662 47 57

**29.06. - 01.07. POZNAŃ = XXXIX Sesja Komitetu Nauk o Żywności PAN nt. „Postęp w wytwarzaniu i ocenie żywności”**

Kontakt: dr hab. Bożena Danyluk

tel. 061 848 75 07; fax 061 848 72 54

e-mail: [sesja09@up.poznan.pl](mailto:sesja09@up.poznan.pl)

Lipiec

- 26 – 30 FLORENCE, Italy = The 8<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposium - Call for papers  
- final reminder  
[www.pangborn2009.com](http://www.pangborn2009.com)

Sierpień

- 16 – 21 COPENHAGEN, Denmark = 55th International Congress of Meat Science and Technology  
“Meat – Muscle, Manufacturing and Meals”  
[www.ICoMST2009.dk](http://www.ICoMST2009.dk)  
Contact: e-mail: [congress@IMc.dk](mailto:congress@IMc.dk)

Wrzesień

- 24 – 25 WROCŁAW, IV Międzynarodowa Konferencja z cyklu” “Quality and safety in food production chain”. Organizator: Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.  
Kontakt: tel./fax: (071) 32 05 140; [www..up.wroc.pl](http://www..up.wroc.pl)

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA  
TECHNOLOGÓW ŻYWNOCI

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.**

---

*Material zawarty w Nr 2 (63)/2009 Biuletynu podano według stanu informacji do 10 czerwca 2009 r. Materiały do Nr 3(64) /2009 prosimy nadsyłać do 1 lipca 2009 r. na adres Redakcji Czasopisma.*

---

KOMUNIKAT

Informujemy P.T. Autorów, że aktualne *Informacje dla Autorów oraz wymagania redakcyjne* publikujemy na stronie [www.pttz.org](http://www.pttz.org)



**Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji  
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

<b>PREZES / ODDZIAŁ</b>	<b>ADRES</b>
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	UP, 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	UP, 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	ZUT, 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	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań Tel.: 061 848 72 60, Fax.: 061 848 71 46
Prof. dr hab. Zygmunt Gil Oddział Wrocławski	UP, ul. Norwida 25/27, 50-375 Wrocław Tel.: 071 320 52 04; Fax: 071 320 54 77
<b>SEKCJE</b>	
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@wsiiz.pl
Prof. dr hab. Edward Pospiech Technologii Mięsa	UP, 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. Janusz Czapski Sekcja Technologii Owoców i Warzyw	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań Tel.: 061 848 72 92; e-mail: czapski@up.poznan.pl
Prof. dr hab. Waław Leszczyński Technologii Węglowodanów	UP, 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