



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 6 (67)

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

ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności

Nr 6 (67)

Kraków 2009

Rok 16

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
ANTONI RUTKOWSKI: List do Redakcji.....	5
MAREK ALJEWICZ, GRAŻYNA CICHOSZ, ŁUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM, MARZENA DANOWSKA-OZIEWICZ, WIOLETTA ŁUKASZUK-KĘPKA: Przeżywalność <i>Lactobacillus paracasei</i> LPC-37 w serach dojrzewających typu szwajcarskiego	7
BARTOSZ SOŁOWIEJ: Wpływ procesu homogenizacji na właściwości tekstury i topliwość analogów serów topionych.....	16
DARIUSZ CUPIAŁ, DOROTA WITROWA-RAJCHERT: Badanie morfologii proszków otrzymanych podczas suszenia rozpyłowego hydrolizatu białkowego z dodatkiem maltodekstryny.....	27
MACIEJ NASTAJ: Wpływ zmiennego czasu ubijania na właściwości reologiczne pian otrzymanych z różnych preparatów białek serwatkowych i sproszkowanej albuminy jaja.....	37
ALICJA KOŚMIDER, AGNIESZKA DROŹDŻYŃSKA, KATARZYNA CZACZYK: Możliwości wykorzystania surowców odpadowych w procesie fermentacji propionowej.....	47
DOROTA ZARĘBA: Profil kwasów tłuszczowych mleka sojowego fermentowanego różnymi szczepami bakterii fermentacji mlekowej	59
DARIUSZ KOWALCZYK, WALDEMAR GUSTAW: Wpływ powłok hydrokoloidowych na cechy jakościowe frytek ziemniaczanych	72
KRZYSZTOF DZIEDZIC, AGNIESZKA DROŹDŻYŃSKA, DANUTA GÓRECKA, KATARZYNA CZACZYK: Zawartość wybranych związków przeciwutleniających w gryce i produktach powstałych podczas jej przerobu.....	81
MAGDALENA FUJARCZUK, MIROSŁAW ŻMIJEWSKI: Jakość pieczywa pszenne w zależności od dodatku otrąb pochodzących z różnych odmian gryki	91
AGATA WOJCIECHOWICZ, ZYGMUNT GIL: Jakość pieczywa pszenne z udziałem błonnika pokarmowego różnego pochodzenia	102
JOANNA KAWA-RYGIELSKA: Jednoczesna identyfikacja trichotecenów typu A i B oraz zearalenonu w produktach kukurydzianych.....	112
ŁUKASZ SZWED, JÓZEF BŁAŻEWICZ, AGNIESZKA ZEMBOLD-GUŁA, MICHAŁ PELAK, ANDRZEJ DAWIDOWICZ: Wpływ frakcjonowania i czasu słodowania ziarna jęczmienia na liczbę Kolbacha słodów oraz zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego w brzezcach	119
STANISŁAW KALISZ, KRYSZTOF MARSZAŁEK, MARTA MITEK: Badania nad wpływem dodatku preparatów pektyn wysoko metylowanych na parametry jakościowe nektarów truskawkowych	129
MAŁGORZATA RZAÇA, DOROTA WITROWA-RAJCHERT, URSZULA TYLEWICZ, MARCO DALLA ROSA: Wymiana masy w procesie odwadniania osmotycznego owoców kiwi.....	140
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	150
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR: Współczesny leksykon wiedzy o żywności	152
STANISŁAW POPEK: Nowe książki	154
XIV Sesja Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ „Jakość i bezpieczeństwo żywności – wyzwanie XXI wieku”	156
TERESA FORTUNA: Prof. dr hab. Wacław Leszczyński - doktorem honoris causa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie	159
TERESA LESZCZYŃSKA: Z żałobnej karty - Prof. dr hab. Paweł M. Pisulewski 1945 - 2009	164
Technolog Żywności.....	166
Spis treści czasopisma „Żywność” Nr 62–67	170
Wykaz nazwisk Autorów w 2009 roku	177
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2009 roku	181

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 6 (67)

Kraków 2009

Vol. 16

CONTENTS

From the Editor.....	3
ANTONI RUTKOWSKI: Letter to the Editor.....	5
MAREK ALJEWICZ, GRAŻYNA CICHOSZ, ŁUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM, MARZENA DANOWSKA-OZIEWICZ, WIOLETTA ŁUKASZUK-KĘPKA: Viability of <i>Lactobacillus paracasei</i> LPC-37 in swiss-type cheeses during their ripening.....	7
BARTOSZ SOŁOWIEJ: Effect of homogenization process on textural properties and meltability of processed cheese analogs.....	16
DARIUSZ CUPIAŁ, DOROTA WITROWA-RAJCHERT: Investigating the morphology of powders obtained in a process of spray drying of protein hydrolysates containing maltodextrin.....	27
MACIEJ NASTAJ: Effect of changing whipping time on rheological properties of foams produced from various whey protein preparations and powdered egg albumin.....	37
ALICJA KOŚMIDER, AGNIESZKA DROŻDŻYŃSKA, KATARZYNA CZACZYK: Possibilities of wastes utilization in the propionic acid fermentation process.....	47
DOROTA ZARĘBA: Fatty acid profile of soya milk fermented by various bacteria strains of lactic acid fermentation.....	59
DARIUSZ KOWALCZYK, WALDEMAR GUSTAW: Effect of hydrocolloid coatings on quality parameters of french fries.....	72
KRZYSZTOF DZIEDZIC, AGNIESZKA DROŻDŻYŃSKA, DANUTA GÓRECKA, KATARZYNA CZACZYK: Contents of some selected antioxidants in buckwheat and products produced during its processing.....	81
MAGDALENA FUJARCZUK, MIROŚLAW ŻMIJEWSKI: Wheat bread quality depending on the addition of bran derived from various buckwheat varieties.....	91
AGATA WOJCIECHOWICZ, ZYGMUNT GIL: Quality of wheat bread containing different types of dietary fibre.....	102
JOANNA KAWA-RYGIELSKA: Simultaneous determination of trichothecenes of type A and B, and zearalenone in corn-products.....	112
ŁUKASZ SZWED, JÓZEF BŁAŻEWICZ, AGNIESZKA ZEMBOLD-GUŁA, MICHAŁ PELAK, ANDRZEJ DAWIDOWICZ: Effect of malting time and fractionation of barley grain on malt Kolbach index and content of free amino nitrogen in worts.....	119
STANISŁAW KALISZ, KRYSZTIAN MARSZAŁEK, MARTA MITEK: Research into the impact of high methoxyl pectin preparations on qualitative parameters of strawberry nectars.....	129
MAŁGORZATA RZAÇA, DOROTA WITROWA-RAJCHERT, URSZULA TYLEWICZ, MARCO DALLA ROSA: Mass exchange in osmotic dehydration process of kiwi fruits.....	140
GRAŻYNA MORKIS: Food Problems in Polish and EU Legislation.....	150
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR: Food Science Lexicon.....	152
STANISŁAW POPEK: Book reviews.....	154
The 14 th Session of the Young Scientists Section, The Polish Association of Food Technologist: "Food Quality and Safety - The Challenge for 21 st Century".....	156
TERESA FORTUNA: Professor Waław Leszczyński, Univ. Prof. Ph.D., Doctor honoris causa of the Agricultural University of Cracow.....	159
TERESA LESZCZYŃSKA: Contemporary Terms - Prof. Paweł M. Pisulewski 1945 - 2009.....	164
The Food Technologist.....	166
Annual contents.....	170
Index of Authors.....	177
Index of Reviewers.....	181

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 Czytelnicy,

w grudniu 1994 r. ukazał się pierwszy (skromny) numer naszego czasopisma, a więc **minęło właśnie 15 lat** od tego faktu, co w cyklu życia czasopisma naukowego nie jest wiele. Jednak w okresie tym staliśmy się ogólnopolskim polskojęzycznym czasopismem naukowym w obszarze nauki o żywności i mamy swoje ugruntowane miejsce na rynku czasopism z tej dyscypliny.

Wydawanie czasopisma „**ŻYWNOSĆ**” było możliwe tylko dzięki zaangażowaniu i życzliwości bardzo wielu osób. Na aktualny poziom czasopisma złożyła się praca: Redakcji, Rady Programowej, Rady Konsultacyjnej, Stałych Współpracowników, a przede wszystkim Autorów i Recenzentów.

Podziękowania kierujemy do Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego za wsparcie finansowe, które umożliwia wydawanie czasopisma. Słowa wdzięczności należą się wszystkim, którzy w okresie minionych 15 lat okazywali nam wsparcie i życzliwość.

Osobiste podziękowania kieruję na ręce Pani dr Ewy Ślawnickiej – sekretarza Redakcji za całokształt pracy na rzecz czasopisma!

Przekazujemy Państwu nr 6 (67) naszego czasopisma. Zamieściliśmy w nim artykuły naukowe i materiały informacyjne, które, mamy nadzieję, spotkają się z Państwa uznaniem.

Powtarzamy nasz apel do Autorów, **cytujmy polskich autorów publikujących w „ŻYWNOSCI”** w artykułach kierowanych do czasopism zagranicznych, zwłaszcza z tzw. „listy filadelfijskiej”. Utrzymanie się naszego czasopisma na listach: **Science Citation Index Expanded** oraz **Journal Citation Reports/Science Edition** i otrzymanie Impact Factor (IF) będzie podstawą otrzymania odpowiedniej punktacji MNiSzW.

Kraków, grudzień 2009 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora

**Polskie Towarzystwo Technologów Żywności
Sekcja Młodej Kadry Naukowej**

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Polskie Towarzystwo Technologów Żywności
Oddział Wrocławski**

zapraszają na

**XV Sesję Naukową SMKN PTTŻ
„Jakość i prozdrowotne cechy żywności”**

Wrocław, 20-21 maja 2010

Kontakt:

dr inż. Radosław Spychaj
mgr inż. Agata Wojciechowicz

Tel.: (071) 320 54 23
E-mail: smkn@wnoz.up.wroc.pl
<http://wnoz.up.wroc.pl/smkn>

LIST DO REDAKCJI

„**ŻYWNOSĆ**”, nasze polskie czasopismo naukowe, notuje w grudniu 2009 r. swój 15-letni okres wydawania. Jest to dla wydawnictwa naukowego okres stosunkowo krótki, ale ile też zdziałano w tym czasie. Systematyczne wydawanie kwartalnika, jak i jego objętość oraz poziom, uprawniają do spojrzenia wstecz na genezę jego powstania, blaski i cienie Wydawnictwa oraz określenia co dalej. Wypada więc wpięrc zachęcić Autorów i Czytelników do przesyłania redakcji chociaż kilku zdań swoich poglądów i krytyki, autoryzowanych i nie (e-mail: wnpttz@wp.pl). Właśnie one mogą się przyczynić do dalszego doskonalenia naszego wspólnego czasopisma.

Na wstępie wspomnę, że geneza, jak i cała działalność **ŻYWNOSCI** jest związana z Polskim Towarzystwem Technologów Żywności, które powstało w 1990 r., jako ruch społeczny pracowników nauki z tej dziedziny wiedzy. Wówczas Towarzystwo widziało potrzebę wydawania „powielanego” biuletynu: „Technolog Żywności” informującego o działalności Towarzystwa i jego członków. Wydano 23 zeszyty, a w ostatnim (Nr 6, 1996) napisano:

„Od 1997 r. wchodzimy w nowy okres działalności publikacyjnej Towarzystwa. Służyć temu będzie wydawany przez Oddział Małopolski PTTŻ kwartalnik **ŻYWNOSĆ. TECHNOLOGIA. JAKOŚĆ**, który obok Polish Journal of Food and Nutrition Science staje się drugim ogólnopolskim organem naukowym, w którym obok prac badawczych i monograficznych, będą publikowane informacje z działalności naukowej i technicznej naszej dziedziny wiedzy. Poziom naukowy tego nowego czasopisma i aktualność zamieszczanych w nim informacji będzie zależał nie tylko od jego Redakcji, ale przede wszystkim od współpracy autorów i jego czytelników”.

Te słowa „ciałem się stały”. **ŻYWNOSĆ**, dzięki przekraczającym wszelkie miary społecznego zaangażowania, wkładowi jej redaktora prof. dr hab. Tadeusza Sikory stała się faktycznie ogólnopolskim czasopismem naukowym z tej dziedziny wiedzy, którego poziom oraz bogate grono autorów z wszystkich ośrodków naukowych kraju, świadczą o jego potrzebie. Stało się to w okresie, gdy ograniczono wydawnictwa czasopism uczelnianych, niektóre przestano wydawać, a inne przeszły na język angielski, a przecież „Polacy nie gęsi i swój język mają”. Stąd publikacje i informacja o rezultatach prowadzonych prac badawczych jest niezbędna: dla wzajemnego poznania się i kształtowania dużych zespołów badawczych, tak charakterystycznych w rozwoju współczesnej nauki.

Tyle uwag o dorobku **ŻYWNOŚCI**, ale nie należy też zapominać o osiągnięciach Wydawnictwa w publikacji wydawnictw książkowych. Jest to bardzo cenny dorobek nauki, ale czy dalszemu rozwojowi Wydawnictwa będzie można podołać społecznym nakładem pracy?

Tak to po słowach najwyższego uznania dla tych wszystkich osiągnięć trzeba się zatroszczyć na przykład o:

- promocję czasopisma nie tylko w środowisku członków PTTŻ, ale i w stale rozwijającym się zapleczu badawczym przemysłu żywnościowego i służby zdrowia,
- silniejsze osobiste związki autorów z redakcją, jak np. przy okazji konferencji naukowej poświęcanie 1 godziny spotkań dyskusyjnych,
- zaostrenie wymagań dla autorów prac eksperymentalnych, które winny pokazywać jasno sprecyzowane elementy nowości, oraz tam gdzie to możliwe, wykorzystania wyników pracy badawczej w praktyce.

Kończąc tych kilka uwag proszę o nie traktowanie ich jako recepty do stosowania, a jedynie jako dzielenie się uwagami przez jednego z czytelników, tego znakomitego dorobku czasopisma naukowego, jakim w ciągu ostatnich 15 lat stała się **ŻYWNOŚĆ** oraz jako część życzeń dalszego jego rozwoju dla dobra polskiej nauki o żywności i uznania dorobku, który stanowi już dziś tak ważny element kształtowania się obrazu polskiej nauki o żywności.

Antoni Rutkowski

Warszawa, dnia 5 grudnia 2009 r.

MAREK ALJEWICZ, GRAŻYNA CICHOSZ, ŁUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM,
MARZENA DANOWSKA-OZIEWICZ, WIOLETTA ŁUKASZUK-KĘPKA

PRZEŻYWALNOŚĆ *LACTOBACILLUS PARACASEI* LPC-37 W SERACH DOJRZEWAJĄCYCH TYPU SZWAJCARSKIEGO

Streszczenie

Przedmiotem badań były sery typu szwajcarskiego wyprodukowane z zastosowaniem probiotycznej kultury *Lactobacillus paracasei* LPC-37. Konsekwencją podobnego składu chemicznego badanych serów było niewielkie zróżnicowanie aktywności wody. Po 4 i 6 tygodniach dojrzewania stwierdzono większy spadek aktywności wody niż po 2 tygodniach. Z porównania liczby pałeczek mlekowych w serach o różnym stopniu dojrzałości wynika, że najbardziej intensywny ich wzrost miał miejsce podczas pierwszych dwóch tygodni dojrzewania. Statystycznie istotną zależność pomiędzy liczbą pałeczek *Lactobacillus* a aktywnością wody stwierdzono tylko w serach po pierwszym miesiącu przechowywania ($r = 0,86$).

Słowa kluczowe: ser szwajcarski, aktywność wody, *Lactobacillus*, przeżywalność

Wprowadzenie

Opracowania różnych autorów [3, 5, 15] dowodzą, że sery dojrzewające mogą być dobrym źródłem probiotycznych szczepów bakterii mlekowych. Przeżywalność kultur probiotycznych w serach dojrzewających, w porównaniu z innymi, bardziej zakwaszonymi produktami mleczarskimi, jest większa – dodatkowo w znacznie dłuższym czasie [6, 12].

Prozdrowotne właściwości produktu zależą jednak od liczby bakterii probiotycznych, która nie może być mniejsza niż 1 milion komórek/g [18]. Przeżywalność probiotycznych szczepów bakterii mlekowych w serach typu holenderskiego jest dosyć wysoka ze względu na powolną migrację soli do wnętrza sera [7]. O dobrej tolerancji soli świadczy przeżywalność kultur probiotycznych – na poziomie 10^7 - 10^8 jtk/g w serze cheddar [11].

Mgr inż. M. Aljewicz, prof. dr hab. G. Cichosz, mgr inż. W. Łukaszuk-Kępka, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, prof. dr hab. Ł. Łaniewska-Trokenheim, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności, dr inż. M. Danowska-Oziewicz, Katedra Żywności Człowieka, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko Mazurski, ul. Heweliusza 1, 10-724 Olsztyn

Istotnym parametrem determinującym przebieg procesów mikrobiologicznych i biochemicznych jest aktywność wody zależna od zawartości wody (dokładnie wody wolnej) oraz ilości związków rozpuszczalnych. W początkowym okresie dojrzewania głównym czynnikiem obniżającym aktywność wody jest solenie sera. Istotny wpływ na aktywność wody wywiera również proteoliza i peptydoliza. Substancje o niskiej masie cząsteczkowej pochodzące z hydrolizy kazeiny, a także tłuszczu mlekowego, podobnie jak NaCl wpływają na obniżenie aktywności wody [17].

Z powyższych względów podjęto badania, których celem było określenie przeżywalności pałeczek mlekowych *Lactobacillus paracasei* LPC-37 w zależności od aktywności wody podczas dojrzewania oraz magazynowania sera typu szwajcarskiego.

Material i metody badań

Ser typu szwajcarskiego (z 6 cykli produkcyjnych, każdy z 11 000 l mleka) wyprodukowany został w warunkach przemysłowych zgodnie z obowiązującą instrukcją technologiczną. Do wyrobu sera zastosowano mleko klasy extra, termizowane, magazynowane w temp. 4 °C, poddane baktofugacji, ultrafiltracji oraz pasteryzacji w 72,5 °C przez 15 s. Do mleka kotłowego dodawano: zakwas roboczy z podłoża buforowego, chlorek wapnia, farbę serowarską, lizozym oraz podpuszczkę (Chymax firmy Ch. Hansen). Probiotyczny szczep *Lactobacillus paracasei* LPC-37 firmy Danisco oraz bakterie propionowe PS-4 firmy Ch. Hansen dodawano jednocześnie z zakwasem roboczym.

W serach bezpośrednio po wyrobie, tj. po soleniu, a także podczas dojrzewania (po 2, 4 i 6 tygodniach) oznaczano: zawartość wody, tłuszczu i NaCl, kwasowość czynną (pH), aktywność wody (Aparat Novasina AWC 200) w temp. 20 °C [1], liczbę pałeczek mlekowych *Lactobacillus*. Ponadto w serach po 1 i 2 miesiącach magazynowania (w warunkach chłodniczych) oznaczano aktywność wody oraz liczbę pałeczek *Lactobacillus*.

Liczbę pałeczek *Lactobacillus* oznaczano metodą powierzchniową na podłożu MRS-agar wg De Man, Rogosa i Sharpe (Merck) w temp. 30 °C; inkubacja przez 48 h w warunkach beztlenowych z zastosowaniem Anaerokult® (Merck). Przygotowanie próbek i oznaczenia mikrobiologiczne wykonywano zgodnie z normą PN-EN ISO 8261:2002 [14].

Do wstępnej identyfikacji wyizolowanych z sera szczepów *Lactobacillus* zastosowano testy API 50 CH (bioMerieux). Wyniki potwierdzono z wykorzystaniem programu APIWEB.

Do obliczeń wykorzystano statystyki podstawowe: średnia (\bar{x}), odchylenie standardowe (σ). Istotność różnic między wartościami średnimi wybranych parametrów testowano testem t-Studenta, a do analizy poszczególnych zależności wykorzystano

analizę korelacji, przy poziomie istotności ($\alpha < 0,05$). Obliczenia wykonano z wykorzystaniem programu Statistica 8 oraz Microsoft Exel 2007.

Wyniki i dyskusja

Badane sery tylko nieznacznie różniły się pod względem zawartości wody (39,85 - 40,95 %) i tłuszczu (46,86 - 47,52 % s.m.). Ze względu na obecność bakterii propionowych zawartość soli w serach była stosunkowo mała – 1,25 % i identyczna we wszystkich wyrobach. Zmiany kwasowości podczas dojrzewania były typowe dla sera półtwardego (tab. 1).

Tabela 1

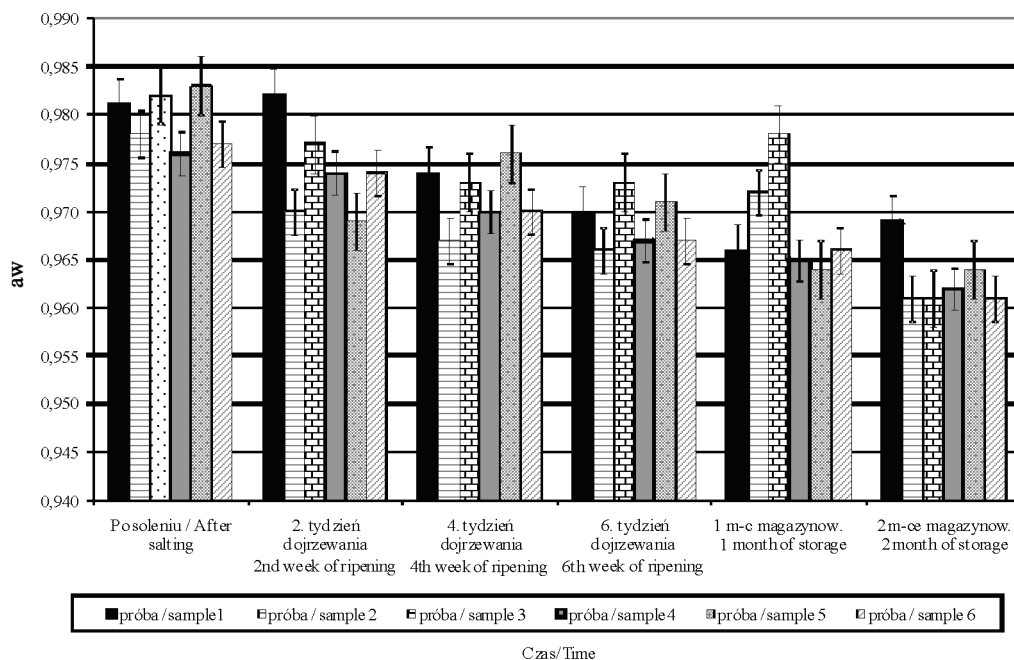
Skład chemiczny oraz kwasowość sera typu szwajcarskiego podczas dojrzewania.
Chemical composition of Swiss-type cheeses and the acidity cheese during their ripening.

Nr próby Sample number	Parametry / Parameters							
	Zawartość wody [%] Water content [%]	Zawartość tłuszczu [%] Fat content [%]	Zawartość tłuszczu [% s.m.] Fat content [% d.m.]	NaCl [%]	pH			
					po solaniu after salting	po 2 tyg. dojrzew. after 2 weeks of ripening	po 4 tyg. dojrzew. after 4 weeks of ripening	po 6 tyg. dojrzew. after 6 weeks of ripening
1	40,95	27,94	47,34	1,25	5,22	5,08	5,27	5,50
2	40,49	28,24	47,45	1,25	5,24	5,17	5,31	5,48
3	40,56	28,25	47,52	1,25	5,23	5,18	5,24	5,54
4	39,85	28,47	47,33	1,25	5,23	5,17	5,24	5,52
5	40,70	28,13	47,44	1,25	5,23	5,11	5,20	5,54
6	40,66	27,81	46,86	1,25	5,22	5,17	5,22	5,40

Konsekwencją podobnego składu chemicznego było niewielkie zróżnicowanie aktywności wody (tab.1, rys.1). Aktywność ta w serach z poszczególnych cykli produkcyjnych bezpośrednio po wyrobie tj. po soleniu była bardzo zbliżona. Wartość średnia z 3 pomiarów była najniższa w przypadku próby 4. i wynosiła 0,976, najwyższą natomiast osiągnęła próba 5. ($a_w = 0,983$). Po 2 tygodniach dojrzewania, w porównaniu z odpowiednimi próbkami po soleniu, aktywność wody zmieniła się nieznacznie: w dwóch próbach wzrosła o 0,001, w pozostałych zmalała. Najniższą aktywnością wody $a_w = 0,969$ charakteryzowała się próba 5., najwyższą natomiast próba 1. ($a_w = 0,982$). Po 4 tygodniach dojrzewania we wszystkich badanych serach stwierdzono

większy spadek aktywności wody niż po 2 tygodniach. W kolejnym etapie dojrzewania spadek aktywności wody był podobny (rys.1).

Podczas dojrzewania sera stwierdzono stopniowe obniżanie się aktywności wody. W początkowym etapie obniżenie a_w było konsekwencją migracji NaCl od skórki do wnętrza sera. Większy spadek aktywności wody po 4 i 6 tygodniach dojrzewania był konsekwencją intensyfikacji proteolizy. Wytworzone przez podpuszczkę wysokocząsteczkowe peptydy degradowane były przez enzymy bakteryjne do niskocząsteczkowych peptydów i wolnych aminokwasów, co wynika ze specyficzności substratowej peptydaz. Rozpuszczalne w fazie wodnej sera związki azotowe były przyczyną malejącej aktywności wody [4, 10].



Rys. 1. Zmiany aktywności wody w zależności od okresu dojrzewania i magazynowania sera typu szwajcarskiego. Na wykresie przedstawiono wartości średnie \pm odchylenie standardowe badanych prób ($n = 3$).

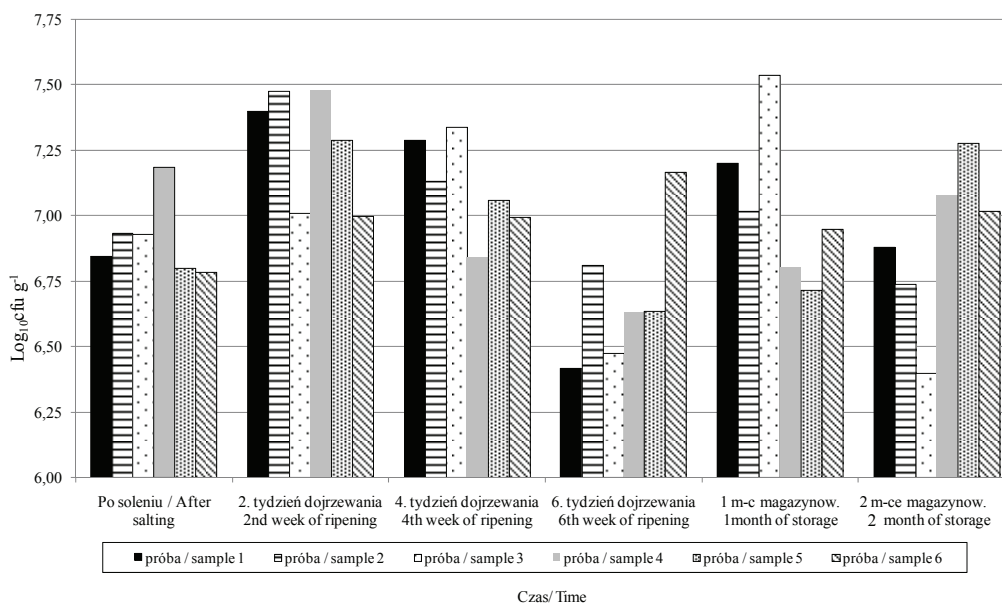
Fig. 1. Changes in water activity depending on the period of ripening and storing the Swiss-type cheeses. In the diagram, mean values \pm standard deviation ref. to the cheese samples analysed are presented ($n = 3$).

Badane sery charakteryzowały się zdecydowanie wyższą aktywnością wody niż sery holenderskie i szwajcarskie oceniane przez innych autorów. W serach holenderskich stwierdzono a_w w zakresie 0,913 - 0,937, przy czym ser edamski charakteryzował się wyższą a_w (0,932 - 0,937) niż ser gouda (0,913 - 0,916) [17]. Produkowane aktualnie sery dojrzewające, ze względu na radykalną poprawę jakości surowca oraz stoso-

waną powszechnie baktofugację, zawierają (z reguły) więcej wody. Z porównania różnego typu serów dojrzewających wynika, że większa zawartość wody w serze skutkuje wyższą aktywnością wody. Reguła ta nie potwierdza się w przypadku sera cheddar, ze względu na wysoką kwasowość oraz solenie w całej masie [8, 19].

Wysoka aktywność wody w badanych serach była także konsekwencją formowania i prasowania serów w dużych formach, a następnie krojenia każdego sera na 6 równych kawałków. Umożliwiało to skrócenie czasu solenia. Jednak powierzchnie sera pozbawione skórki wchłaniały znaczne ilości solanki co skutkowało wysoką aktywnością wody oraz intensyfikacją procesów mikrobiologicznych oraz biochemicznych, zachodzących podczas dojrzewania, a nawet magazynowania.

Podczas dojrzewania badanych serów stwierdzono wzrost pH (średnio) od 5,23 po soleniu do 5,50 po 6 tygodniach dojrzewania. Zmiany kwasowości były konsekwencją tzw. wtórnej fermentacji zachodzącej pod wpływem pałeczek z rodzaju *Lactobacillus* [2].



Rys. 2. Przeżywalność pałeczek *Lactobacillus* podczas dojrzewania i magazynowania sera typu szwajcarskiego. Na wykresie przedstawiono wartości średnie \pm odchylenie standardowe badanych prób ($n = 3$).

Fig. 2. Viability ($\text{Log}_{10}\text{cfu g}^{-1}$) of *Lactobacillus* in Swiss-type cheeses during their ripening and storage. In the diagram, mean values \pm standard deviation ref. to the cheese samples analysed are presented ($n = 3$).

Kultury probiotyczne, używając odpowiednie substraty, ograniczają wzrost nie pochodzących z zakwasu pałeczek mlekowych. Oprócz zastosowanych do produkcji

kultur *Lactobacillus paracasei* LPC-37, w badanych serach obecne były, podobnie jak we wszystkich innych serach dojrzewających, nie pochodzące z zakwasu pałeczki mlekowe (NSLAB - Nonstarter Lactic Acid Bacteria). Wyniki dotyczące liczebności pałeczek *Lactobacillus* dotyczą zatem zarówno kultur *Lactobacillus paracasei*, jak też NSLAB [2, 9].

Bezpośrednio po soleniu liczba pałeczek *Lactobacillus* w badanych serach była zbliżona: rzędu 10^6 do 10^7 jtk/g. Podczas pierwszych dwóch tygodni dojrzewania stwierdzono wzrost liczby pałeczek *Lactobacillus* o 1 cykl logarytmiczny w trzech serach oraz o 2 cykle w dwóch serach. W przypadku jednej próby liczba pałeczek mlekowych nie uległa zmianie, pozostając na poziomie 10^7 jtk/g (rys. 2). Po 4 tygodniach dojrzewania zróżnicowanie liczby pałeczek *Lactobacillus* było niewielkie, rzędu 10^6 jtk/g w jednym wyrobie oraz 10^7 jtk/g w pozostałych. W trzech serach liczebność *Lactobacillus* po 4 tygodniach dojrzewania była mniejsza o 1 cykl logarytmiczny niż w wyrobach po 2 tygodniach dojrzewania. Również po 6 tygodniach dojrzewania stwierdzono zmniejszenie liczby pałeczek mlekowych. Tylko w jednym serze liczba *Lactobacillus* po 6 tygodniach była taka sama jak po 4, ale niższa o 1 cykl logarytmiczny niż po soleniu oraz 2 tygodniach dojrzewania. Pozostałe wyroby po 6 tygodniach dojrzewania charakteryzowały się mniejszą o 1 cykl logarytmiczny liczbą pałeczek *Lactobacillus* niż po 4 tygodniach dojrzewania.

Wzrost pałeczek mlekowych w początkowym etapie dojrzewania możliwy był dzięki obecności niezbędnych substratów, tj. cytrynianów, kwasów organicznych, pozostałości cukrów. Po ich wyczerpaniu źródłem węgla mogły być mleczały. Większość pałeczek mlekowych zdolna jest do pobierania energii z utleniania mleczałów, jednak tylko w obecności tlenu [7, 9]. W badanych serach mleczały najprawdopodobniej zużyte zostały przez bakterie propionowe. Spadek liczby pałeczek *Lactobacillus* w ostatnim etapie dojrzewania sera spowodowany był autolizą bakterii ze względu na niedobory odpowiednich substratów, a także przemiany enzymatyczne prowadzące do destrukcji ścian komórkowych bakterii.

Wstępna identyfikacja szczepów *Lactobacillus*, wyizolowanych z sera po 6 tygodniach dojrzewania, za pomocą testów API, potwierdziła przynależność analizowanych 19 szczepów do gatunku *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei*, 1 szczepu do *Lactobacillus curvatus* ssp. *curvatus* oraz 1 szczepu do *Lactobacillus plantarum*. Z 19 badanych szczepów gatunku *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* 12 potwierdzono zgodność co do gatunku w 99 % (wg programu APIWEB[®]). W przypadku pozostałych szczepów stwierdzono zgodność co do gatunku w 99,8 %.

Po 1. miesiącu magazynowania stwierdzono ponowny wzrost liczby pałeczek mlekowych w serach (rys. 2). Zamiast pałeczek *Lactobacillus*, które uległy autolizie miał miejsce wzrost innych szczepów. W badaniach McSweeney [9] w początkowych i końcowych etapach dojrzewania sera stwierdzono odmienne proporcje różnych

szczepów mezofilnych pałeczek *Lactobacillus*. Potwierdza to autolizę jednych i wzrost innych szczepów.

W celu określenia zależności ($\alpha < 0,05$) pomiędzy liczbą pałeczek mlekowych a aktywnością wody wykonano analizę statystyczną z zastosowaniem testu t Studenta. Wysoce istotną zależność pomiędzy liczebnością *Lactobacillus* a aktywnością wody stwierdzono w przypadku serów po 1 miesiącu przechowywania ($r = 0,86$). Natomiast średnią ujemną korelację stwierdzono po soleniu ($r = -0,56$) oraz po 6 tygodniach dojrzewania ($r = -0,55$).

Określenie przeżywalności wyłącznie kultur probiotycznych w serze podczas dojrzewania i magazynowania wymaga potwierdzenia przynależności gatunkowej technikami biologii molekularnej. Konwencjonalne metody identyfikacji drobnoustrojów, tylko na podstawie właściwości fizjologicznych i biochemicznych, są niewystarczające. Dlatego też, w kontynuacji badań wykorzystane zostaną nowoczesne narzędzia biologii molekularnej, jak analiza restrykcyjna zamplifikowanych fragmentów 16S lub 23S rRNA (z wykorzystaniem techniki łańcuchowej reakcji polimerazy – PCR) czy fluorescencyjna hybrydyzacja *in situ* (FISH) [16, 20].

Mikroflora wtórna, a zwłaszcza nie pochodzące z zakwasu pałeczki mlekowe, jest bardziej istotna w generowaniu smaku i zapachu sera niż kultury starterowe [4]. Zastąpienie nie pochodzących z zakwasu pałeczek mlekowych (NSLAB) kulturą probiotyczną umożliwia modyfikację cech sensorycznych [3, 6]. Wpływa jednocześnie na wzrost wartości biologicznej serów, której potwierdzeniem jest odpowiednio wysoka liczba probiotycznych bakterii mlekowych.

Wnioski

1. Najbardziej intensywny wzrost *Lactobacillus paracasei* LPC-37 wystąpił podczas pierwszych dwóch tygodni dojrzewania sera.
2. Statystycznie istotną zależność pomiędzy liczbą pałeczek *Lactobacillus* a aktywnością wody stwierdzono tylko w serach po pierwszym miesiącu magazynowania ($r = 0,86$).

Współautor pracy, mgr inż. M. Aljewicz, otrzymał stypendium współfinansowane przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Literatura

- [1] Alzamora S.M., Tapia M.S., Lopez-Malo A., Welti-Chanes. J.: The control of water activity. In: P. Zeuthen and L. Bøgh-Sørensen (Eds.): Food preservation techniques, CRC Press, Cambridge, England 2003, pp. 126-153.
- [2] Beresford T.P., Fitzsimons N.A., Brennan N.L., Cogan T.M.: Recent advances in cheese microbiology. *Int. Dairy J.* 2001, **11**, 259-274.

- [3] Bergamini C.V., Hynes E.R., & Zalazar C.A.: Influence of probiotic bacteria on the proteolysis profile of a semi-hard cheese. *International Dairy Journal*, 2006, **16** (8), 856-866.
- [4] Cichosz G., Zalecka A., Lenkiewicz M.: The influence of streptococci and lactobacilli on proteolysis in Gouda cheese. *Milchwiss.* 2003, **58** (5/6), 297-300.
- [5] Cichosz G., Kłębukowska L., Cichosz A.J., Kornacki M.: The effect of *Lactobacillus* addition on proteolysis in Gouda cheese during ripening. *Milchwiss.* 2006, **61** (1), 49-52.
- [6] Cichosz G., Borejszo Z., Tomera K., Kornacki M.: Aroma compounds in Gouda cheese produced with addition of probiotic strains. *Pol. J. Natural Sci.* 2006, **21** (2), 987-997.
- [7] Fox P. F., Guinee T.P., Cogan T. M., McSweeney P.L.H.: *Microbiology of Cheese Ripening Fundamentals of Cheese Science An Aspen Publication Maryland 2000*, pp. 206-232.
- [8] Marcos A., Alcalá M., León F., Fernández-Salguero J., Esteban M.: Water activity and chemical composition of cheese. *J. Dairy Sci.* 1981, **64**, 622-626.
- [9] McSweeney P. L. H.: *Cheese problems solved* CRC Press, New York 2007.
- [10] Ong L., Henriksson A., Shah N.P.: Proteolytic pattern and organic acid profiles of probiotic Cheddar cheese as influenced by probiotic strains of *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. paracasei*, *Lb. casei* or *Bifidobacterium* sp. *Int. Dairy J.* 2007, **17**, 67-78.
- [11] Ong L., Henriksson A., Shah N.P.: Development of probiotic Cheddar cheese containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* and *Bifidobacterium* spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid *Int. Dairy J.* 2006, **16**, 446-456.
- [12] Ong L., Shah N.P.: Probiotic Cheddar cheese: Influence of ripening temperatures on survival of probiotic microorganisms, cheese composition and organic acid profiles *LWT. Food Sci. Technol.* 2009, **42** (7), 1260-1268.
- [13] Phillips M., Kailasapathy K., Tran L.: Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., *L. casei*, *L. paracasei* and *L.rhamnosus*) in Cheddar cheese. *Int. J. Food Microbiol.* 2006, **108**, 276-280.
- [14] PN-EN ISO 8261:2002. Mleko i przetwory mleczne. Główne wytyczne przygotowywania próbek, rozcieńczeń pierwszych i dziesiątych do badań mikrobiologicznych.
- [15] Ross R.P., Fitzgerald G., Collins K., Stanton C.: Cheese delivering biocultures- probiotic cheese. *Aust. J. Dairy Technol.*, 2002, **57**, 71-78.
- [16] Roy D., Ward P., Vincent D., Mondou F.: Molecular identification of potentially probiotic lactobacilli. *Current Microbiology* 2000, **40**, 40-46.
- [17] Rüegg M., Blanc B.: Influence of water activity on the manufacture and aging of cheese, pp. 791-811. In: L. B. Rockland, G. F. Stewart (ed.), *Water activity: influences on food quality*. Academic Press, New York 1981.
- [18] Shah N.P.: Functional cultures and health benefits. *Int. Dairy J.*, 2007, **17** (11), 1262-1277.
- [19] Świtka J., Medykowska K.: Wpływ aktywności wodnej na jakość i trwałość produktów mleczarskich. *Przegl. Mlecz.* 1983, **6**, 9-11.
- [20] Ward L.J.H., Timmnis M.J.: Differentiation of *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* and *Lactobacillus rhamnosus* by polymerase chain reaction. *Lett. Appl. Microbiol.* 1999, **29**, 90-92.

VIABILITY OF *LACTOBACILLUS PARACASEI* LPC-37 IN SWISS-TYPE CHEESES DURING THEIR RIPENING

Summary

The objective of this study and analysis were Swiss-type cheeses manufactured using a probiotic culture of *Lactobacillus paracasei* LPC-37. Owing to the similar chemical composition of the cheeses studied, the diversification of their water activity was slight. It was reported that after 4 and 6 weeks of ripening, the cheeses showed a higher decrease in water activity than after 2 weeks of ripening. When comparing the count of lactobacilli in the cheeses of a varying degree of ripeness, it is found that the most intensive growth of micro-organisms occurred during the first two weeks of ripening. A statistically significant dependence ($r=0.86$) between the number of *Lactobacillus* and water activity was found only in cheeses that have been stored for one month.

Key words: Swiss cheese, water activity, *Lactobacillus*, viability ☒

BARTOSZ SOŁOWIEJ

WPLYW PROCESU HOMOGENIZACJI NA WŁAŚCIWOŚCI TEKSTURY I TOPLIWOŚĆ ANALOGÓW SERÓW TOPIONYCH

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu procesu homogenizacji na właściwości tekstury i topliwość analogów serów topionych, w których zastąpiono częściowo kazeinę kwasową przez preparaty białek serwatkowych. Teksturę otrzymanych analogów serów topionych badano przy użyciu analizatora tekstury TA-XT2i próbnikiem cylindrycznym o średnicy 15 mm (prędkość przesuwu 1 mm/s, stała temperatura 21 °C). W profilowej analizie tekstury (TPA) określono następujące cechy: twardość, przylegalność, spójność, sprężystość i żujność analogów serowych. Pomiarów topliwości dokonano przy użyciu zmodyfikowanego testu Schreibera.

Zmiana prędkości homogenizacji, jak również dodatek białek serwatkowych, spowodował zmiany właściwości tekstury analogów serów topionych z dodatkiem wszystkich preparatów serwatkowych.

Zwiększenie prędkości homogenizacji spowodowało znaczny wzrost twardości, przylegalności, spójności sprężystości i żujności analogów serów topionych z dodatkiem WPC 35 oraz zmniejszenie sprężystości analogów wzorcowych otrzymanych z samej kazeiny. Topliwość analogów serów topionych nie obniżyła się znacząco wraz ze wzrostem prędkości homogenizacji. Produkcja analogów serowych pozwala na zastąpienie tradycyjnego produktu nowym, który oferuje takie same lub lepsze właściwości żywieniowe i teksturalne.

Słowa kluczowe: analogi serów topionych, preparaty serwatkowe, homogenizacja, tekstura, topliwość

Wprowadzenie

W Polsce sprzedaż serów topionych od grudnia 2007 roku do listopada 2008 roku wyniosła 33,3 tys. ton. Wzrost ten był większy w porównaniu z analogicznym okresem o 2,1 %. Za rozwojem rynku w dużym stopniu przemawiają argumenty zdrowotne, bowiem sery zawierają niezbędne dla prawidłowego rozwoju i funkcjonowania składniki odżywcze [10]. Różnorodność produkowanych serów topionych jest konsekwencją dotychczas opracowanych i wciąż poszukiwanych nowych receptur, ze względu na wysoką wartość odżywczą, przyswajalność, strawność oraz trwałość serów topionych [15].

Z kolei produkcja analogów serowych umożliwia zastąpienia tradycyjnego produktu nowym, który oferuje takie same lub lepsze właściwości żywieniowe i teksturalne. Otrzymuje się je przez zastosowanie kazeinianów jako źródeł białka i użycie wielonienasyconych tłuszczów roślinnych, w wyniku czego uzyskuje się produkt wolny od cholesterolu [9]. Białka serwatkowe, oprócz wysokiej wartości odżywczej, będącej wynikiem m.in. wyjątkowo dużej zawartości aminokwasów siarkowych, lizyny i tryptofanu, wykazują, z powodu łatwego wiązania wody, dobre zdolności emulgujące, pianotwórcze i żelujące, wpływając na właściwości reologiczne i jakość końcowych produktów [13].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu procesu homogenizacji na właściwości tekstury i topliwość analogów serów topionych, w których zastąpiono częściowo kazeinę kwasową przez preparaty białek serwatkowych.

Material i metody badań

Do badań użyto koncentratu białek serwatkowych: serwatki zdemineralizowanej (SD 50) o zawartości białka 12,75 % (Lacma sp. z o. o., Nadarzyn), koncentratu białek serwatkowych WPC 35 o zawartości białka 33,86 % (Laktopol sp. z o. o., Warszawa), kazeiny kwasowej KK (ZPK, Murowana Goślina), bezwodnego tłuszczu mlecznego (SM Mlekovita, Wysokie Mazowieckie), bezwodnego kwaśnego fosforanu dwusodowego i kwasu cytrynowego produkcji P.P.H. POCH w Gliwicach. Zawartość białka oznaczano metodą Kjeldahla [1]. Zawartość wody i popiołu oznaczano stosując metody AOAC [1], natomiast zawartość laktozy i tłuszczu została oznaczona przez producenta.

Proces produkcji analogu sera topionego

Sporządzono roztwory białek serwatkowych (SD 50, WPC 35) w wodzie destylowanej przez jednogodzinne mieszanie w temperaturze pokojowej, przy użyciu mieszadła magnetycznego Heidolph MR 3002S (Schwabach, Niemcy). Roztwory te miały takie stężenie, by otrzymany analog sera zawierał 1 % białek serwatkowych. Następnie dodawano roztopiony w temp. 45 °C bezwodny tłuszcz mleczny (30 %) i kazeinę (10 % - stała wartość stężenia dla każdego rodzaju wytwarzanego analogu sera). Całą mieszaninę umieszczano w pojemniku homogenizatora (H 500 Pol-Eko Aparatura, Polska). Mieszano przez 2 min przy 10000, 14000, 18000 lub 22000 obr./min. Następnie dodawano roztworu topnika (2 %), ustalano pH na poziomie 6,2 za pomocą kwasu cytrynowego przy użyciu pH-metru CP-315 firmy Elmetron i zanurzano w łaźni wodnej o temp. 80 °C. Całość homogenizowano przez 10 min przy 10000, 14000, 18000 lub 22000 obr./min. Gotowe analogi serowe wylewano do zlewki w ilości 40 ml. Produkt przechowywano w temp. pokojowej przez 30 min celem ostygnięcia, a następnie magazynowano przez 21 h w temp. 5 °C. Jako wzorca użyto analogów serów topio-

nych, do produkcji których wykorzystano te same surowce (30 % bezwodnego tłuszczu mlecznego, 10 % kazeiny, 2 % topnika, kwas cytrynowy i wodę), z tym że zamiast preparatów serwatkowych dodano 1 % kazeiny. Proces produkcji analogów wzorcowych przebiegał tak samo, jak analogów z dodatkiem preparatów serwatkowych.

Profilowa analiza tekstury (TPA)

Pomiary były dokonywane za pomocą teksturometru TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Wielka Brytania). Próbki sera badano za pomocą próbnika cylindrycznego o śr. 15 mm, przy prędkości przesuwu głowicy 1 mm/s. Uzyskane wyniki (z 6 powtórzeń) rejestrowane były przez program Texture Expert version 1.22. W profilowej analizie tekstury (TPA) określano następujące cechy: twardość, przylegalność, spójność, sprężystość i żujność analogów serowych.

Pomiar topliwości (zmodyfikowany test Schreibera)

Metoda polega na roztopieniu próbki analogu sera topionego w postaci krążka o średnicy 41 mm i wysokości 4,8 mm na płytce Petriego w kuchence mikrofalowej poprzez 30-sekundowe ogrzewanie przy mocy 300 W. Roztopioną próbkę przykładano do wzorca, zliczano punkty w 6 miejscach, sumowano je i dzieląc na 6 otrzymywano średnią topliwości [12]. Dokonano 6 pomiarów w przypadku każdego z 3 powtórzeń. Zakres skali testu Schreibera wynosi od 0 do 10 jednostek, przy czym powyżej 4 uzyskuje się dobrą topliwość, natomiast poniżej 4 to zła topliwość.

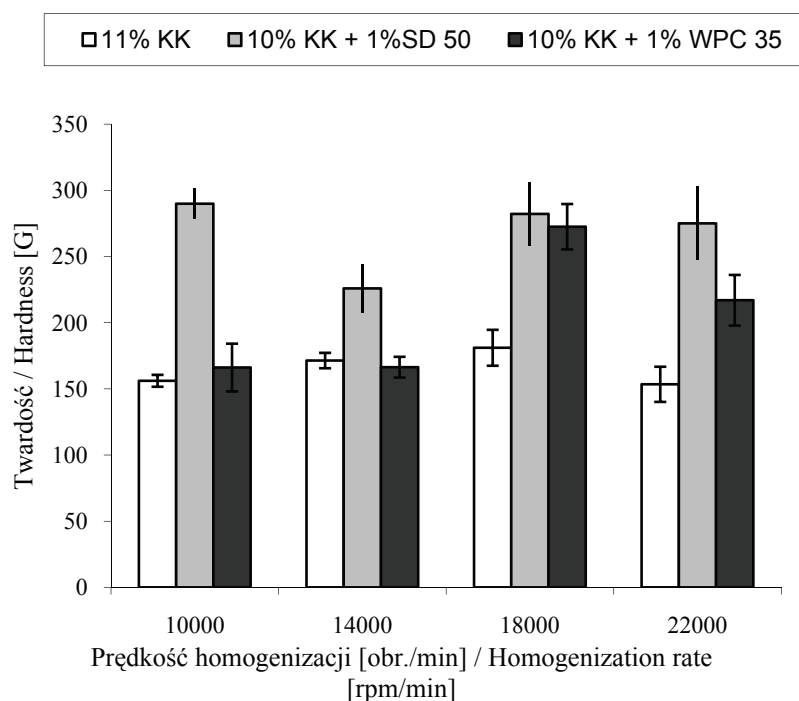
Wyniki i dyskusja

Pierwszy etap badań miał na celu określenie właściwości tekstury analogów serów topionych za pomocą profilowej analizy tekstury (TPA), w której określano następujące cechy: twardość (siła niezbędna do osiągnięcia określonej deformacji produktu), spójność (siła wiązań wewnętrznych utrzymująca produkt jako całość), przylegalność (praca potrzebna do pokonania sił przyciągania pomiędzy powierzchnią produktu żywnościowego a innymi ciałami, z którymi wchodzi w kontakt), sprężystość (szybkość z jaką przyłożony materiał powraca do pierwotnej postaci po usunięciu siły deformacji) [21] i żujność (iloczyn twardości, spójności i sprężystości) [3].

Na rys. 1. zobrazowano wpływ procesu homogenizacji oraz rodzaju dodanych preparatów serwatkowych (S D50, WPC 35) na twardość analogów serów topionych. Najwyższą twardością charakteryzowały się analogi serów topionych otrzymane z 1 % dodatkiem serwatki zdemineralizowanej (S D50) przy wszystkich prędkościach homogenizacji oraz analogi z 1 % dodatkiem koncentratu białek serwatkowych (WPC 35) przy prędkości homogenizacji 18000 (272,5 G) i 22000 (217 G) obr/min. Najmniejszą

twardością charakteryzowały się zaś analogi otrzymane z samej kazeiny kwasowej (KK).

Garimella Purna i wsp. [4] dowiedli, że zwiększenie prędkości homogenizacji podczas produkcji serów topionych powodowało wzrost ich twardości. Gupta i Reuter [6] zauważyli, że twardość sera topionego wzrosła wraz z zastąpieniem 10 lub 20 % substancji stałej sera przez koncentrat białek serwatkowych. Wzrost twardości sera z dodatkiem białek serwatkowych może być spowodowany tworzeniem się kompleksów pomiędzy białkami serwatki a micelami, szczególnie pomiędzy β -laktoglobuliną a κ -kazeiną. Potwierdzają to również badania Sołowieja i wsp. [19], którzy stwierdzili, że dodatek preparatów serwatkowych powodował wzrost twardości analogów serowych. Tunick i wsp. [24] stwierdzili, że tworzenie kompleksów przez micelle lub submicelle kazeinowe na powierzchni kuleczek tłuszczu mlecznego pozwalało otrzymać twardsze sery.

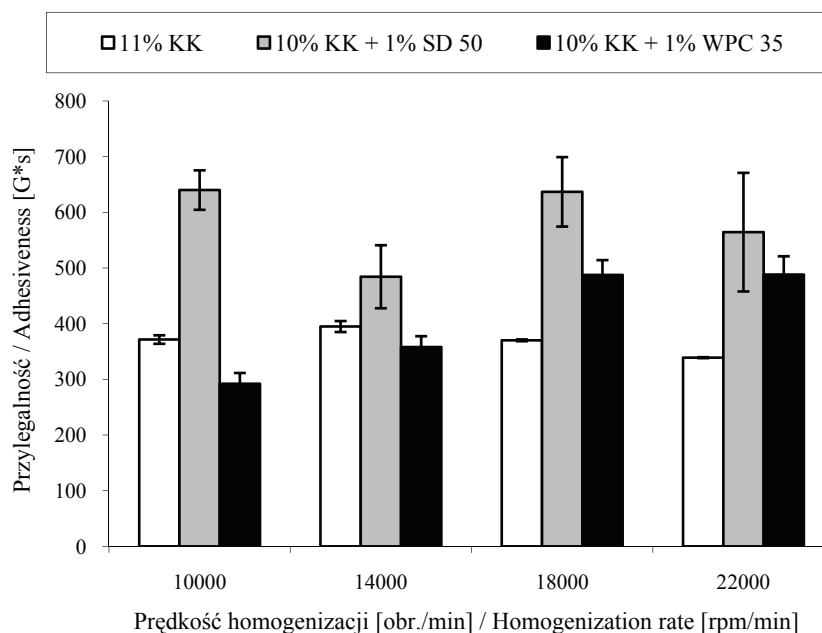


Rys. 1. Wpływ procesu homogenizacji oraz rodzaju dodanych preparatów serwatkowych na twardość analogów serów topionych.

Fig. 1. Effect of homogenization process and types of whey preparations added on hardness of processed cheese analogs.

Najwyższą przylegalnością charakteryzowały się analogi serów topionych z dodatkiem SD 50. Wraz ze wzrostem prędkości homogenizacji wzrastała przylegalność analogów z dodatkiem WPC 35. Natomiast zwiększenie prędkości homogenizacji podczas otrzymywania analogów serowych z samej kazeiny (KK) nie wpłynęło znacząco na ich przylegalność (rys. 2).

Awad i wsp. [2] stwierdzili, że natura sieci białkowej i stopień zdyspergowania tłuszczu jest przyczyną zlepienia się sera. Również wysoka przylegalność serów i analogów serów topionych jest jednym z parametrów ograniczających ich spożycie. Konsumenty nie preferują kupowania produktów, od których trudno oddzielić opakowanie [20]. Badania Thapy i Gupty [23] wykazały, że zastąpienie kazeiny przez białka serwatkowe powodowało istotny wzrost przylegalności analogów serowych.



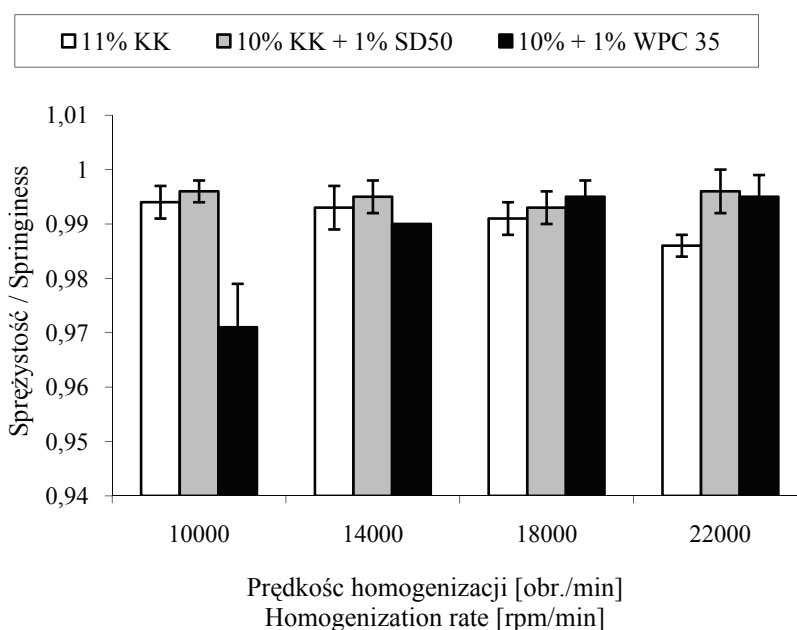
Rys. 2. Wpływ procesu homogenizacji oraz rodzaju dodanych preparatów serwatkowych na przylegalność analogów serów topionych.

Fig. 2. Effect of homogenization process and types of whey preparations added on adhesiveness of processed cheese analogs.

Na rys. 3. przedstawiono sprężystość analogów serów topionych. Najniższą sprężystością charakteryzowały się analogi z dodatkiem WPC 35, otrzymane przy prędkości homogenizacji 10000 obr./min. (0,971), jednakże ich sprężystość zwiększała się w miarę wzrostu prędkości homogenizacji. Odnośnie wzorcowych analogów serowych otrzymanych z samej kazeiny (KK) ich sprężystość obniżała się w miarę wzrostu prędkości

kości homogenizacji. Jedynie w przypadku analogów z dodatkiem SD 50 zmiana prędkości homogenizacji nie wpłynęła na ich sprężystość, która utrzymywała się na bardzo wysokim poziomie.

Zmiana sprężystości analogów sera topionego może być spowodowana poprzez różnice w stopniu adsorpcji białka na powierzchni tłuszczu, w zależności od stopnia jego nienasylenia [14].

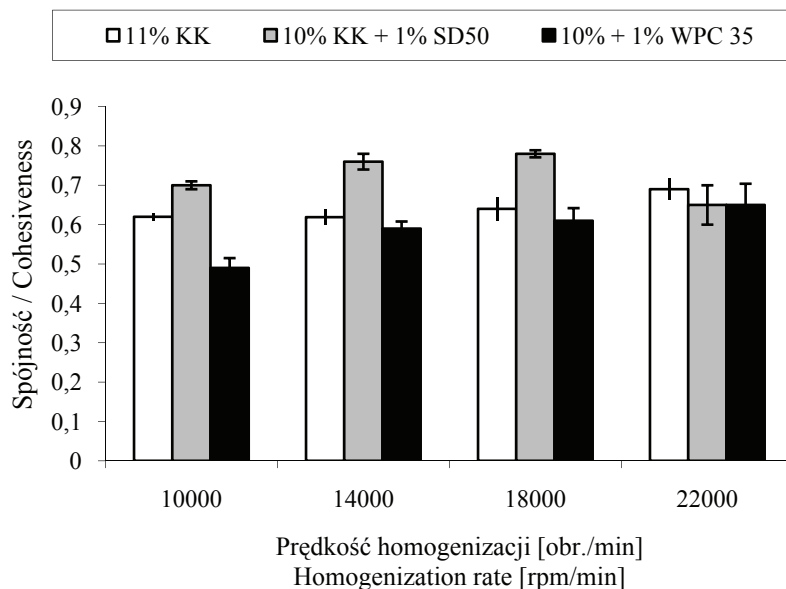


Rys. 3. Wpływ procesu homogenizacji oraz rodzaju dodanych preparatów serwatkowych na sprężystość analogów serów topionych.

Fig. 3. Effect of homogenization process and types of whey preparations added on springiness of processed cheese analogs.

Zwiększenie prędkości homogenizacji w trakcie otrzymywania wszystkich analogów serów topionych wpłynęło na wzrost spójności produktu końcowego, jednak tylko w przypadku analogów z dodatkiem SD 50 ich spójność uległa zmniejszeniu przy największej prędkości homogenizacji (0,65) (rys. 4).

Gupta i Reuter [7] dowiedli, że dodatek koncentratów białek serwatkowych o różnej zawartości białka powodował spadek spójności analogów serów topionych.



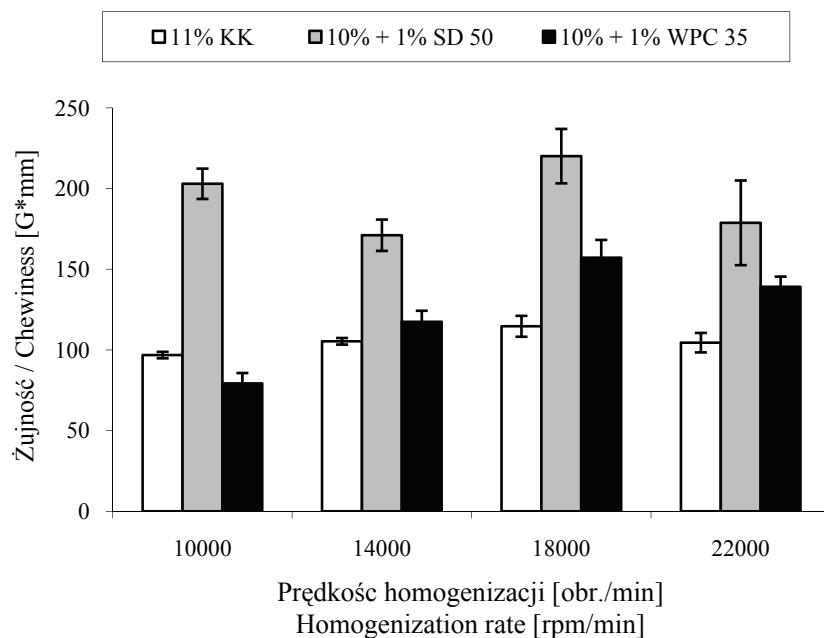
Rys. 4. Wpływ procesu homogenizacji oraz rodzaju dodanych preparatów serwatkowych na spójność analogów serów topionych.

Fig. 4. Effect of homogenization process and types of whey preparations added on cohesiveness of processed cheese analogs.

Na rys. 5. przedstawiono wpływ prędkości homogenizacji oraz rodzaju dodanych preparatów serwatkowych (S D50, WPC 35) na żujność analogów serów topionych. Największą żujnością charakteryzowały się analogi serowe z dodatkiem SD 50. Natomiast w przypadku analogów serów topionych otrzymanych z samej kazeiny oraz analogów z dodatkiem WPC 35 wraz ze wzrostem prędkości homogenizacji nastąpił wzrost ich żujności, jednak ich żujność uległa obniżeniu przy największej prędkości homogenizacji (odpowiednio 104,5 G·mm i 139,1 G·mm).

Metoda otrzymywania serów topionych „na zimno” z dodatkiem serwatki o zmniejszonej zawartości laktozy, zastosowana w badaniach Mleko i Lucey’a [11] pozwoliła na otrzymanie serów topionych o większej żujności, lecz o niższej sprężystości. Z kolei Gupta i Reuter [7] wykazali, że żujność analogów wzrastała w miarę dodatku koncentratów białek serwatkowych.

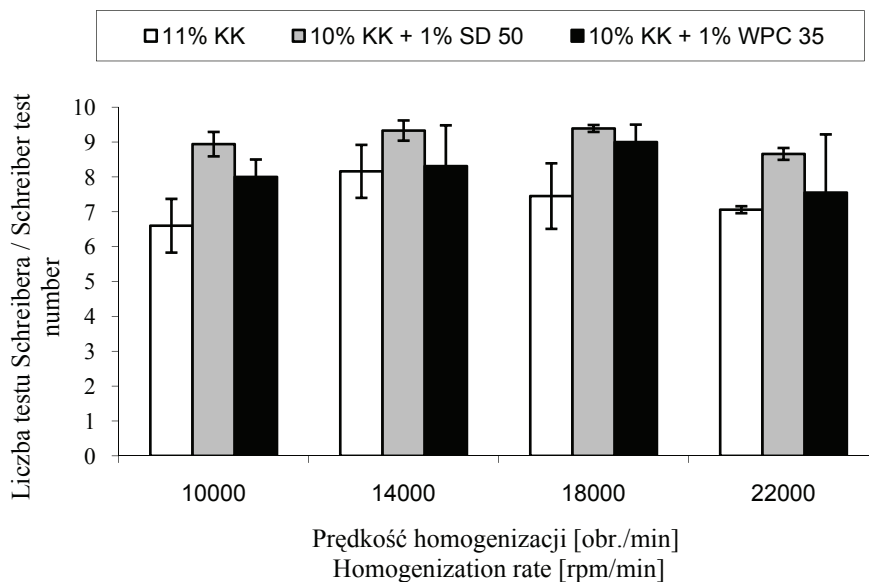
Najwyższą topliwością charakteryzowały się analogi serów topionych z dodatkiem SD 50, natomiast najmniejszą analogi wzorcowe otrzymane z samej kazeiny (KK), chociaż wszystkie analogi serowe wykazywały bardzo dobrą topliwość (rys. 6). W przypadku wszystkich analogów otrzymanych przy największej prędkości homogenizacji (22000 obr./min.) ich topliwość nieznacznie się zmniejszyła.



Rys. 5. Wpływ procesu homogenizacji oraz rodzaju dodanych preparatów serwatkowych na żujność analogów serów topionych.

Fig. 5. Effect of homogenization process and types of whey preparations added on chewiness of processed cheese analogs.

Topliwość serów i ich analogów jest jedną z najważniejszych fizycznych właściwości, która pozwala zastosować je jako komponent tostów i pizzy [18]. Glenn i wsp. [5] oraz Garimella i wsp. [4] stwierdzili, że wzrost prędkości homogenizacji w produkcji serów topionych i ich analogów wpłynął na zmniejszenie topliwości końcowego produktu. Według Hokesa [8] ścisłe wzajemne oddziaływania pomiędzy tłuszczem i hydrofobowymi strefami białek mogą zmniejszać topliwość analogów. Jednakże Rudan i wsp. [17] stwierdzili, że zmiana parametrów procesu homogenizacji nie wpłynęła na topliwość sera Mozzarella o obniżonej zawartości tłuszczu. Natomiast w przypadku tradycyjnych serów topionych zaobserwowano spadek topliwości po dodaniu hydrokolidów [22], chociaż zastąpienie białek sera nawet w 80 % mieszaniną kazeiny i β -laktoglobuliny nie spowodowało znaczących różnic topliwości badanych serów [16].



Rys. 6. Wpływ procesu homogenizacji oraz rodzaju dodanych preparatów serwatkowych na topliwłość analogów serów topionych.

Fig. 6. Effect of homogenization process and types of whey preparations added on meltability of processed cheese analogs.

Wnioski

1. Zmiana prędkości homogenizacji, jak również dodatek białek serwatkowych spowodowały zmiany właściwości tekstury analogów serów topionych z dodatkiem wszystkich preparatów serwatkowych.
2. Zwiększenie prędkości homogenizacji spowodowało znaczny wzrost twardości, przylegalności, spójności sprężystości i żujności analogów serów topionych z dodatkiem WPC 35 oraz zmniejszenie sprężystości analogów wzorcowych otrzymanych z samej kazeiny.
3. Topliwość analogów serów topionych nie obniżyła się znacząco wraz ze wzrostem prędkości homogenizacji.
4. Produkcja analogów serowych umożliwia zastąpienie tradycyjnego produktu nowym, który oferuje takie same lub lepsze właściwości żywieniowe i teksturalne.

Literatura

- [1] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis (14th Ed.). 1984, Arlington, VA.

- [2] Awad S., Hassan A.N., Muthukumarappan K.A.: Application of exopolysaccharide-producing cultures in reduced-fat Cheddar cheese: texture and melting properties. *J. Dairy Sci.* 2005, **88** (12), 4204-4213.
- [3] Bourne M.C.: Texture profile analysis. *Food Technol.* 1978, **32** (7), 62-66.
- [4] Garimella Purna S.K., Pollard A., Metzger L.E.: Effect of formulation and manufacturing parameters on process cheese food functionality: I. Trisodium citrate. *J. Dairy Sci.* 2006, **89**, 2386-2396.
- [5] Glenn T.A., III, Daubert C.R., Farkas B.E., Stefanski L.A.: A statistical analysis of creaming variables impacting processed cheese melt quality. *J. Food Qual.*, 2003, **26**, 299-321.
- [6] Gupta V.K., Reuter W.: Firmness and melting quality of processed cheese foods with added whey protein concentrates. *Lait*, 1993, **73**, 381-388.
- [7] Gupta V.K., Reuter H.: Processed cheese foods with added whey protein concentrates. *Lait*, 1992, **72**, 201-212.
- [8] Hokes J.C., Hansen P.M.Z., Mangino M.E.: Functional properties of commercial calcium caseinates for use in imitation cheese. *Food Hydrocoll.*, 1989, **31**, 19.
- [9] Kneifel W., Seiler A.: Water holding properties of milk protein products - A review. *Food Struct.*, 1993, **12**, 297-308.
- [10] Masal T.: Serowy rynek. *Hurt & Detal*, 2009, **2** (36).
- [11] Mleko S., Lucey J.A.: Production and properties of processed cheese with reduced lactose whey, *Milchwissenschaft*, 2003, **58**, 9-10.
- [12] Mleko S., Foegeding E.A.: Physical properties of rennet casein gels and processed cheese analogs containing whey proteins. *Milchwissenschaft*, 2000, **55**, 513-516.
- [13] Leman J., Dołgań T.: Frakcjonowanie białek serwatkowych, *Przem. Spoż.*, 2001, **12**, 41-45.
- [14] Lobato-Calleros C., Vernon-Carter E.J., Guerrero-Legarreta I., Soriano-Santos J., Escalona-Beundia H.: Use of fat blends in cheese analogs: Influence on sensory and instrumental textural characteristics. *J. Texture Stud.*, 1997, **28**, 619-632.
- [15] Pluta A., Ziarno M., Smolińska A.: Możliwości zastosowania hydrokoloidów w produkcji serów topionych. *Przem. Spoż.*, 2000, **(5)**, 42-44.
- [16] Popplewell L.M., Rosenau J.R.: Incorporation of milk protein harvested by direct acidification into process cheese products. *J. Food Proc. Engng.*, 1989, **11**, 203-220.
- [17] Rudan M.A., Barbano D.M., Guo M.R., Kindstedt P.S.: Effect of modification of fat particle size by homogenization on composition, proteolysis, functionality, and appearance of reduced-fat Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, 1998, **81**, 2065-2076.
- [18] Ruegg M., Eberhard P., Popplewell L. M., Peleg M.: Melting properties of cheese. In *FIL-IDF. Rheological and fracture properties of cheese. Bulletin of the International Dairy Federation*, 1990, **268**, 6-43.
- [19] Sołowiej B., Gustaw W., Nastaj M.: Wpływ dodatku koncentratów białek serwatkowych na właściwości reologiczne analogów serów topionych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **5** (60), 226-234.
- [20] Sołowiej B.: Analiza tekstury analogów serów topionych z dodatkiem preparatów serwatkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **5** (54), 292-300.
- [21] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. *Przem. Spoż.* 2002, **10**, 12-17.
- [22] Swenson B.J., Wendorff W.L., Lindsay R.C.: Effects of ingredients on the functionality of fat-free process cheese spreads. *J. Food Sci.*, 2000, **65**, 822-825.
- [23] Thapa T.B., Gupta V.K.: Rheology of processed cheese foods with added whey protein concentrates. *Indian J. Dairy Sci.*, 1992, **45**, 88-92.
- [24] Tunick M.H., Malin E.L., Smith P.W., Shieh J.J., Sullivan B.C, Mackey K.L.: Proteolysis and rheology of low-fat and full-fat mozzarella cheeses prepared from homogenized milk. *J. Dairy Sci.*, 1993, **76**, 3621-3628.

EFFECT OF HOMOGENIZATION PROCESS ON TEXTURAL PROPERTIES AND MELTABILITY OF PROCESSED CHEESE ANALOGS

S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of homogenization process on textural properties and meltability of processed cheese analogs, in which the acid casein was partially replaced by whey protein preparations. The textural properties were examined using a TA-XT2i Texture Analyser and a cylindrical probe of 15 mm in diameter (its penetration rate was 1 mm/s, the temperature was constant and amounted to 21oC). The texture profile analysis (TPA) comprised the following parameters of the processed cheese analogs: hardness, adhesiveness, cohesiveness, springiness, and chewiness. The meltability of the processed cheese analogs was measured using a modified Schreiber test.

The change in the homogenization rate and, also, the addition of whey protein preparations resulted in changes in textural properties of the processed cheese analogs with the addition of all the whey preparations. The increase in the homogenization rate caused a significant increase in the hardness, adhesiveness, cohesiveness, and chewiness of the processed cheese analogs with WPC 35 added, and a decrease in the springiness of the model samples produced from casein without any additions. The meltability of cheese analogs did not significantly decreased when the homogenization rate increased. The production of processed cheese analogs makes it possible to replace the traditional product by a new one showing either the same or better dietary and textural properties.

Key words: processed cheese analogs, whey protein preparations, homogenization, texture, meltability ☒

DARIUSZ CUPIAŁ, DOROTA WITROWA-RAJCHERT

BADANIE MORFOLOGII PROSZKÓW OTRZYMANÝCH PODCZAS SUSZENIA ROZPYŁOWEGO HYDROLIZATU BIAŁKOWEGO Z DODATKIEM MALTODEKSTRYNY

Streszczenie

Celem pracy było określenie zmian morfologii i wybranych właściwości fizycznych proszków hydrolyzatu białkowego z maltodekstryną, jako nośnikiem, otrzymanych w wyniku suszenia rozpyłowego. Zastosowano dwie wartości temperatury suszenia, tj. 160 i 200 °C oraz trzy strumienie podawania surowca 0,9; 1,18 i 1,28 cm³/s. Największą wilgotność proszku (4,5 %) uzyskano w temperaturze 160 °C i przy strumieniu 1,28 cm³/s. W wyniku obniżenia temperatury suszenia oraz zwiększenia strumienia podawania surowca otrzymywano proszki charakteryzujące się większą wilgotnością. Wzrost strumienia podawania surowca oraz temperatury suszenia nie wpłynął znacząco na uzyskaną wartość gęstości nasypowej luźnej. Uzyskane wartości mieściły się w granicach 493-518 kg/m³. Na wartość gęstości pozornej cząstek istotny wpływ miała temperatura suszenia, której podwyższenie powodowało wzrost wartości gęstości pozornej. Jedynie przy najmniejszym strumieniu surowca temperatura suszenia nie różnicowała tej wielkości. Zmiana strumienia podawania surowca nie wykazała statystycznie istotnego wpływu na uzyskane wartości gęstości pozornej. Proszki wykazywały porowatość zewnętrzną złoża mieszcząca się w granicach 58 - 63 %. Jedynie w temperaturze 200 °C zaobserwowano istotne statystycznie zmniejszenie porowatości zewnętrznej złoża wraz ze wzrostem strumienia podawania surowca. Zdjęcia wykonane za pomocą mikroskopu skaningowego dowiodły, że cząstki charakteryzowały się kulistym kształtem o gładkiej powierzchni. Przeprowadzona analiza granulometryczna proszków wykazała wzrost wielkości cząstek wraz ze zwiększeniem strumienia podawania surowca oraz temperatury suszenia.

Słowa kluczowe: suszenie rozpyłowe, maltodekstryna, hydrolyzat białkowy, gęstość, porowatość

Wprowadzenie

Hydrolyzaty białkowe otrzymywane są z surowców białkowych metodą hydrolyzy kwasowej lub enzymatycznej. Polega ona na wymuszonym, poprzez kwasy, zasady lub enzymy, rozkładzie wiązań peptydowych znajdujących się w białku, w wyniku czego białko ulega fragmentacji do podstawowych „cegiełek”, tj. proteaz, polipeptydów,

Mgr inż. D. Cupiał, prof. dr hab. D. Witrowa-Rajchert, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

peptydów oraz aminokwasów. Zastosowanie hydrolizy enzymatycznej stwarza ogromne możliwości modelowania właściwości funkcjonalnych białek przez dobór enzymu, warunków i czasu jego działania [5, 6, 10]. Ze względu na wysoką zawartość łatwo przyswajalnego azotu oraz właściwości przeciwutleniające, stabilizujące, pianotwórcze, emulgujące, żelujące, a także wzmacniające uczucie smaku słonego, znajdują one szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, głównie jako składnik mieszanek przyprawowych. Ponadto hydrolizaty białkowe mają w swym składzie bardzo cenne aminokwasy oraz peptydy o wysokiej wartości biologicznej, dzięki którym są one wykorzystywane jako preparaty odżywczo-regenerujące, a także w medycynie podczas np. leczenia schorzeń przewodu pokarmowego [2, 9, 12, 13].

Wzrost zainteresowania hydrolizatem białkowym w postaci sypkiej spowodowany jest dążeniem producentów do obniżania kosztów transportu oraz składowania, a także, dokonywanym przez konsumentów świadomym wyborem produktów łatwiejszych w stosowaniu (łatwość dozowania, mała masa opakowania). Dzięki dogodnym warunkom wymiany ciepła, suszenie rozpyłowe jest jedną z najlepszych metod przemiany fazy ciekłej w fazę stałą sproszkowaną. W istocie polega ono na rozdrobnieniu cieczy na małe kropelki (średnica 10-200 μm) wewnątrz zamkniętej komory suszarki, gdzie następuje kontakt materiału z medium suszącym, zazwyczaj z gorącym nienasyconym powietrzem. Podstawą procesu jest zapewnienie jak największej powierzchni rozpylonego płynu, przypadającej na jednostkę jego objętości. Dzięki temu zwiększa się powierzchnia kontaktu gorącego medium z powierzchnią cząstek oraz zmniejsza się odległość, jaką musi pokonać energia, aby przejść z powierzchni do środka cząstki. W wyniku wytworzenia tak dużej powierzchni kontaktu powietrza z suszonym materiałem, w ciągu kilku sekund zostaje odparowany rozpuszczalnik, a gotowy proszek opada na dno komory suszarniczej [1, 3, 7, 11, 14]. Zastosowanie odpowiednich parametrów suszenia oraz dodatku nośników pozwala na uzyskanie produktu o pożądanych właściwościach fizycznych.

Celem pracy było określenie zmian morfologii i wybranych właściwości fizycznych proszków hydrolizatu białkowego z maltodekstryną jako nośnikiem, otrzymywanych metodą suszenia rozpyłowego, pod wpływem zróżnicowanych parametrów procesowych: strumienia podawania surowca oraz temperatury powietrza wlotowego.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym był hydrolizat białkowy w postaci płynnej z 20 % dodatkiem substancji nośnikowej w postaci maltodekstryny średniosukrzanej o DE = 19. Suszenie rozpyłowe prowadzono w laboratoryjnej suszarce rozpyłowej typu Lab S1 firmy Anhydro. Suszenie przebiegało współprądowo w temperaturze powietrza wlotowego równej 160 i 200 °C oraz przy trzech poziomach strumienia podawania surowca

do suszarki 0,9; 1,18 i 1,28 cm³/s. Prędkość obrotowa dysku rozpylającego wynosiła 38000 obr./min. Każde doświadczenie przeprowadzano dwukrotnie.

Do oceny zmiany właściwości fizycznych proszków wykonano oznaczenia: gęstości nasypowej luźnej, gęstości pozornej cząstek, a także porowatości złoża oraz zawartości suchej substancji.

Zawartość suchej substancji oznaczano w proszkach zgodnie z normą PN-78/A-86030 w dwukrotnym powtórzeniu.

Oznaczenie gęstości nasypowej luźnej ρ_L wykonywano przy użyciu objętościomierza wstrząsowego STAV 2003 Engelsman GA. Gęstość pozorną cząstek ρ oznaczano przy użyciu piknomietru helowego Pycnometer Quantachrom GmbH.

Na podstawie gęstości pozornej cząstek oraz gęstości nasypowej luźnej obliczano porowatość zewnętrzną złoża:

$$\varepsilon_L = 1 - \frac{\rho_L}{\rho}$$

Analizę morfologii cząstek proszku przeprowadzano na podstawie zdjęć wykonanych przy użyciu elektronowego mikroskopu skaningowego FEI QUANTA 200, wykorzystując program MultiScan v 13.11. Określano pole powierzchni cząstek proszków. Na podstawie zebranych danych przedstawiono rozkład pola powierzchni cząstek oraz krzywe skumulowane tego rozkładu.

Analizę statystyczną wykonano przy użyciu programu Statgraphics Plus 4.1. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariacji, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Do oceny różnic pomiędzy wartościami średnimi zastosowano test Tukey-a (HSD). W celu sprawdzenia hipotezy o występowaniu istotnego wpływu parametrów suszenia na uzyskane wartości ocenianych właściwości przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariacji.

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzona analiza wyników wykazała, że na końcową wilgotność proszku istotny wpływ miała wartość strumienia podawania surowca do suszarki oraz temperatura powietrza. Wraz ze wzrostem strumienia zaobserwowano wzrost wilgotności końcowej proszku w wyniku zmniejszenia efektywności transportu ciepła. Wprowadzenie większej ilości surówki w jednostce czasu do suszarki spowodowało zmniejszenie czasu kontaktu rozpylonych kropeł z medium suszącym, w wyniku czego została odparowana mniejsza ilość rozpuszczalnika, co wpłynęło bezpośrednio na wzrost końcowej wilgotności proszku. Wzrost strumienia podawania z 0,9 do 1,28 cm³/s spowodował wzrost wilgotności z 3,4 do 4,5 % w temp. suszenia równej 160 °C oraz z 2,4 do 3,0 % w temp. równej 200 °C. Zaobserwowano także, że wzrost temperatury suszenia istotnie wpłynął na zmniejszenie końcowej wilgotności proszku. Tendencja ta jest następstwem

zwiększenia sprawności wymiany ciepła i masy pomiędzy suszonym materiałem a medium suszącym. Wzrost temperatury suszenia strumienia równego $0,9 \text{ cm}^3/\text{s}$ ze 160 do $200 \text{ }^\circ\text{C}$ spowodował zmniejszenie wilgotności z $3,4$ do $2,4 \%$, strumienia równego $1,18 \text{ cm}^3/\text{s}$ z $3,6$ do $2,5 \%$, a strumienia $1,28 \text{ cm}^3/\text{s}$ z $4,5$ do $3,0 \%$. Podobne zależności zaobserwowali Quek i wsp. [16], Rattes i Oliveira [17] oraz Grabowski i wsp. [8]. Wraz ze wzrostem różnicy temperatur pomiędzy medium suszącym a suszonymi cząstkami wzrasta intensywność transportu wilgoci z cząstek rozpylonego materiału [19].

Wzrost strumienia podawania surowca oraz temperatury suszenia nie wpłynął znacząco na uzyskaną wartość gęstości nasypowej luźnej. Uzyskane wartości mieściły się w granicach od 493 do 518 kg/m^3 (tab. 1). Jedynie przy strumieniu podawania surowca równym $1,28 \text{ cm}^3/\text{s}$ oraz temp. suszenia równej $200 \text{ }^\circ\text{C}$ gęstość różniła się od pozostałych wartości i była równa 557 kg/m^3 . Mimo braku istotnych statystycznie różnic, zauważalna była tendencja do wzrostu gęstości nasypowej luźnej wraz ze wzrostem zarówno strumienia podawania, jak i temperatury suszenia.

Wykazano, że na gęstość pozorną czyli gęstość uwzględniającą obecność powietrza wewnątrz cząstek, statystycznie istotny wpływ miała wartość temperatury suszenia. Wzrost temperatury suszenia ze 160 do $200 \text{ }^\circ\text{C}$ spowodował wzrost gęstości pozornej cząstek, przykładowo z 1221 do 1275 kg/m^3 przy strumieniu surowca równym $0,9 \text{ cm}^3/\text{s}$ (tab. 1). Odwrotną zależność zaobserwowali Finney i wsp. [4], badając wpływ parametrów suszenia rozpyłowego na właściwości fizyczne otrzymanych aromatów. Wykazali oni, że proszki uzyskane podczas suszenia w niższych temperaturach powietrza wlotowego charakteryzowały się wyższą gęstością pozorną. Wynika to z faktu, że podczas rozpylania cieczy do cząstki dostaje się mniejsza ilość powietrza, która w trakcie procesu odparowania zostaje w niej zamknięta. Podobnie maltodekstryna, jako materiał „skin-forming” charakteryzujący się tworzeniem nieprzepuszczalnej błonki na powierzchni kropli w trakcie procesu odparowania, powinna w wyższej temperaturze osiągać mniejszą gęstość pozorną. Prawdopodobnie jednak obecność hydrolizatu spowodowała, że obserwowano odwrotną zależność.

Zmiana wartości strumienia podawania surowca nie wykazała statystycznie istotnego wpływu na zróżnicowanie uzyskanych gęstości pozornych.

Uzyskane podczas suszenia proszki wykazywały porowatość zewnętrzną złoża mieszczącą się w granicach $58 - 63 \%$ (tab. 1). W temp. $160 \text{ }^\circ\text{C}$ nie zaobserwowano wpływu strumienia podawania surowca na wartość porowatości zewnętrznej złoża. Jednak po podwyższeniu temp. suszenia do $200 \text{ }^\circ\text{C}$ wzrost strumienia surowca do największej wartości istotnie wpłynął na obniżenie wartości porowatości zewnętrznej złoża, z około 61 do 58% , przy największym strumieniu. Porowatość jest zależna od gęstości nasypowej luźnej złoża oraz gęstości pozornej cząstek. Wraz ze wzrostem gęstości nasypowej luźnej maleje porowatość złoża. Powyższe wyniki i spostrzeżenia

pozwalają założyć, że proszek uzyskany w temp. 200 °C charakteryzował się większym rozrzutem wymiarów cząstek niż otrzymany w temp. 160 °C.

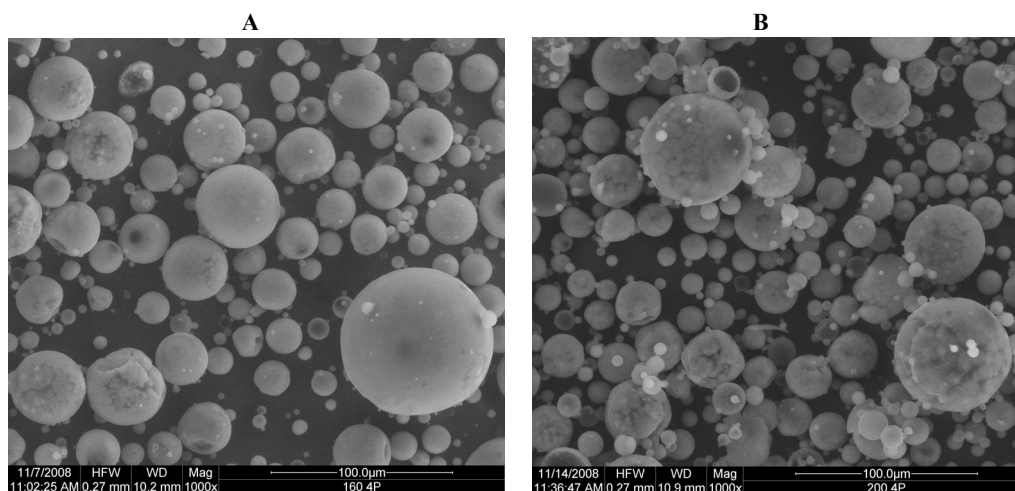
Tabela 1

Charakterystyka proszków uzyskanych w wyniku suszenia hydrolizatu białkowego.
Profile of powders manufactured in a spray drying process of protein hydrolysate.

Temperatura suszenia Drying temperature [°C]	Strumień surowca Raw material flux [cm ³ /s]	Zawartość wody Water content [%]	Gęstość pozorna Apparent density [kg/m ³]	Gęstość luźna Loose density [kg/m ³]	Porowatość złoza Porosity [%]
160	0,9	3,38 ± 0,000 ^c	1221 ± 6 ^a	493 ± 2 ^a	62,4 ± 0,8 ^{ab}
	1,18	3,36 ± 0,000 ^c	1221 ± 2 ^a	494 ± 3 ^a	60,8 ± 0,2 ^{abc}
	1,28	4,47 ± 0,001 ^d	1264 ± 5 ^b	508 ± 6 ^a	62,7 ± 0,7 ^a
200	0,9	2,38 ± 0,001 ^a	1275 ± 10 ^b	503 ± 2 ^a	60,7 ± 0,5 ^{bc}
	1,18	2,54 ± 0,001 ^a	1260 ± 4 ^b	518 ± 2 ^a	59,9 ± 0,3 ^c
	1,28	2,97 ± 0,001 ^b	1277 ± 0,5 ^b	557 ± 7 ^b	58,0 ± 0,4 ^d

Objaśnienia: / Explanatory notes:

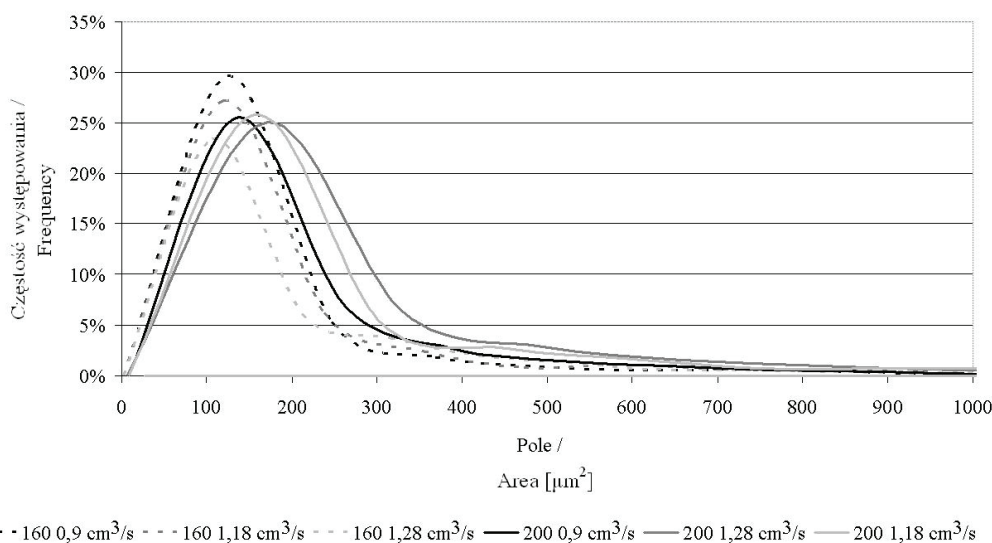
a, b, c, d – wartości średnie w kolumnach oznaczone indeksami różnią się od siebie statystycznie istotnie ($\alpha < 0,005$) / Mean values in the same columns, denoted by different letters, vary statistically significant among themselves at $\alpha < 0.005$.



Fot. 1. Struktura cząstek hydrolizatu białkowego z dodatkiem maltodekstryny jako nośnika; A – temp. 160 °C, strumień 0,9 cm³/s, B – temp. 200 °C, strumień 0,9 cm³/s.

Phot. 1. Structure of protein hydrolysate particles with the addition of maltodextrin as carrier; A – temperature of 160 °C; stream pf 0.9 cm³/s; B – temperature of 200 °C; stream 0.9 cm³/s.

Analiza zdjęć wykonanych za pomocą elektronowego mikroskopu skaningowego wykazała, że cząstki, niezależnie od zastosowanych parametrów suszenia rozpyłowego, charakteryzowały się kulistą budową o gładkiej powierzchni i różnych wielkościach (fot. 1), co jest charakterystyczne dla proszków otrzymanych metodą suszenia rozpyłowego [19]. W miarę wzrostu temperatury suszenia proszek wykazuje większe zróżnicowanie morfologiczne, co jest charakterystyczne dla materiałów typu „skin-forming” [20]. Zauważono obecność cząstek popękanych i porozrywanych, jednak ich ilość była nieznaczna i w większości występowały w proszkach otrzymanych w temp. 200 °C.

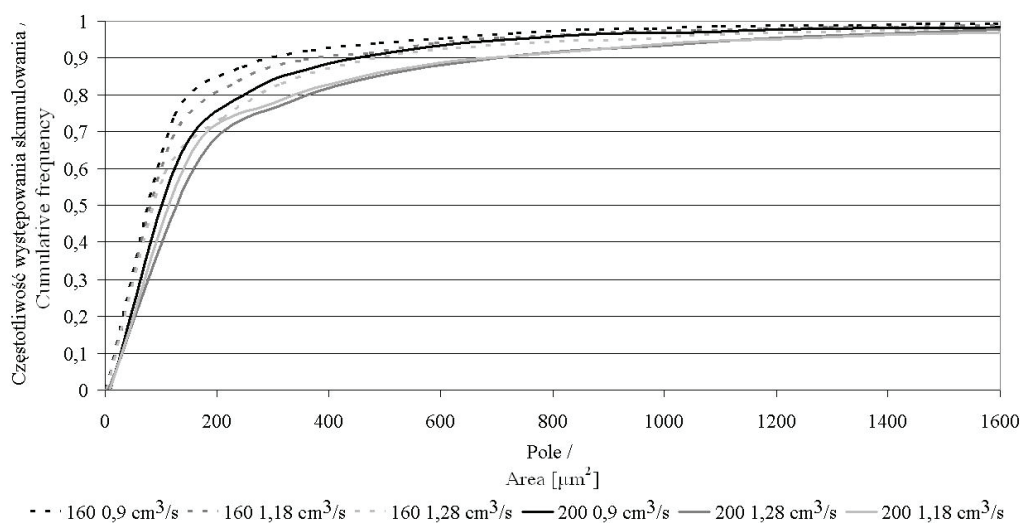


Rys. 1. Rozkład pola powierzchni cząstek w zależności od parametrów suszenia.

Fig. 1. Particle size distribution depending on the drying parameters.

Analizując wielkość pola powierzchni cząstek (rys. 1) zaobserwowano, że wzrost strumienia podawania surowca w temp. 160 °C powodował zmniejszenie procentowej zawartości cząstek o mniejszych wartościach pola powierzchni. Wzrost strumienia w temp. 200 °C skutkowało przesunięciem rozkładu wielkości cząstek w kierunku większego pola powierzchni. Największym najczęściej występującym polem, równym $170 \mu\text{m}^2$, charakteryzował się proszek uzyskany w temp. suszenia równej 200 °C przy największym strumieniu, równym $1,28 \text{ cm}^3/\text{s}$ i około 25 % cząstek osiągało to pole przekroju. Z krzywej skumulowanej (rys. 2) wynika, że ponad 60 % cząstek miało pole przekroju równe bądź mniejsze od tej wartości. Najmniejszą wartość pola najczęściej występującego, równą $107 \mu\text{m}^2$, uzyskał proszek suszony w temp. 160 °C przy strumieniu równym $1,28 \text{ cm}^3/\text{s}$ – około 23 % cząstek osiągało to pole przekroju. Proszek otrzymany w tej samej temperaturze suszenia i przy strumieniu równym $0,9 \text{ cm}^3/\text{s}$ cha-

rakteryzował się polem przekroju najczęściej występującym równym $125 \mu\text{m}^2$ (29 % cząstek osiągało tę wartość), a odsetek cząstek mających pole przekroju równe lub mniejsze od tej wartości wynosiła 74 %. Natomiast gdy proszek suszono przy strumieniu $0,9 \text{ cm}^3/\text{s}$, jedynie 58 % cząstek osiągnęło pole powierzchni równe lub mniejsze od wartości najczęściej występującej (rys. 2).



Rys. 3. Krzywa skumulowania rozkładu pola powierzchni cząstek w zależności od parametrów suszenia.

Fig. 3. Cumulative Curve of Particle Size Distribution depending on the drying parameters.

Przeprowadzona analiza granulometryczna proszków wykazała wzrost wielkości cząstek wraz ze wzrostem strumienia podawania surowca oraz wzrostem temperatury suszenia. Z krzywej skumulowanej (rys. 2) wynika, że w temp. $160 \text{ }^\circ\text{C}$ przy strumieniu równym $0,9 \text{ cm}^3/\text{s}$ pole 50 i 90 % cząstek w złożu było mniejsze bądź równe odpowiednio 50 i $315 \mu\text{m}^2$. Wraz ze wzrostem strumienia wartość ta wzrosła odpowiednio do 70 i $385 \mu\text{m}^2$ w przypadku strumienia równego $1,18 \text{ cm}^3/\text{s}$ oraz do 75 i $485 \mu\text{m}^2$, gdy suszono podając roztwór w ilości $1,28 \text{ cm}^3/\text{s}$. Podobną zależność zaobserwowano w temp. suszenia równej $200 \text{ }^\circ\text{C}$. Wzrost strumienia podawania surowca powodował wzrost wartości pola osiągniętych przez 50 i 90 % cząstek z 93 i $460 \mu\text{m}^2$, przez 100 i $700 \mu\text{m}^2$ do 105 i $705 \mu\text{m}^2$ w przypadku najwyższego strumienia podawania surowca. Wytworzenie większych cząstek, na skutek wzrostu strumienia podawania surowca, spowodowany jest bezpośrednio wprowadzeniem do suszarki odpowiednio większego strumienia w jednostce czasu, co bez zmiany prędkości obrotowej dysku skutkuje wzrostem wielkości kropelek rozpylonego płynu. Wraz ze wzrostem temperatury suszenia w wyniku szybszego odparowania rozpuszczalnika powstają cząstki o więk-

szym polu wskutek szybszego wytworzenia twardej struktury cząstki, co zapobiega jej kurczeniu się w dalszym procesie suszenia [18].

Wnioski

1. Wilgotność uzyskanego proszku zwiększała się wraz ze wzrostem strumienia podawania surowca. Wzrost temperatury prowadzenia procesu suszenia spowodował zmniejszenie wilgotności proszku.
2. Wzrost temperatury suszenia ze 160 do 200 °C oraz strumienia surowca z 0,9 do 1,28 cm³/s nie wpłynął znacząco na zmianę wartości gęstości nasypowej luźnej złoża. Zwiększenie temperatury suszenia spowodowało natomiast wzrost gęstości pozornej proszków. Jedynie przy największym strumieniu temperatura suszenia nie różnicowała tej wielkości.
3. Uzyskane podczas suszenia proszki wykazywały porowatość zewnętrzną złoża mieszczącą się w granicach 58 - 63 %. Jednak w temperaturze 200 °C wzrost strumienia surowca istotnie wpłynął na obniżenie wartości porowatości zewnętrznej złoża.
4. W miarę wzrostu temperatury proszek wykazywał większe zróżnicowanie morfologiczne, co jest charakterystyczne dla materiałów „skin-forming”. Jednak zwiększenie gęstości pozornej wraz ze wzrostem temperatury nie potwierdziło, że mieszaninę maltodekstryny i hydrolizatu białkowego można zaliczyć do proszków tego typu.
5. Wzrost strumienia podawania surowca oraz wzrost temperatury suszenia znacząco wpływał na wzrost pola powierzchni cząstek hydrolizatu.

Literatura

- [1] Bajsic I., Kranjcevic E.: Automation of industrial spray dryer. *Instrumentation Sci. Technol.*, 2001, **29** (1), 41-52.
- [2] Dzwolak W., Ziajka S.: Kierunki wykorzystania hydrolizatów białkowych. *Przem. Spoż.*, 1993, **47** (11), 298-300.
- [3] Filkova I., Mujumdar A.S.: *Industrial Spray Drying Systems*; (ed. A.S. Mujumdar). *Handbook of Industrial Drying*, vol. 1, second ed., Marcel Dekker, Inc., New York 1995, pp. 263-308.
- [4] Finney J., Buffo R., Reineccius G. A.: Effects of type of atomization and processing temperatures on the physical properties and stability of spray-dried flavors. *J. Food Sci.*, 2002, **67** (3), 1108-1114.
- [5] Flaczyk E., Korczak J.: Wielofunkcyjne właściwości hydrolizatów białkowych w produktach mięsnych. *Gosp. Mięs.*, 1997, **49**(12), 30, 32-33.
- [6] Flaczyk E.: Zalety technologiczne i żywieniowe hydrolizatów białkowych. Cz. II. *Przem. Spoż.*, 1997, **51** (4), 43-45.
- [7] Goula A.M., Adamopoulos K.G.: Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. The effect on powder properties. *J. Food Eng.*, 2005, **66**, 35-42.
- [8] Grabowski J.A., Truong V.D., Dubert C.R.: Spray-drying of amylase hydrolyzed sweet potato puree and physicochemical properties of powder. *J. Food Sci.*, 2006, **71** (5), E209-E217.

- [9] Kowalczyk D., Baraniak B.: Wpływ chemicznej modyfikacji i metody koagulacji białek nasion soczewicy i wyki na właściwości przeciwutleniające otrzymanych hydrolizatów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2** (43) Supl., 89-96.
- [10] Kowalczyk D., Stryjecka M., Baraniak B.: Porównanie wpływu acetylacji na właściwości funkcjonalne hydrolizatów białkowych otrzymanych z nasion roślin strączkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **4** (49), 90-100.
- [11] Kramkowski R., Pasławska M., Peroń S.: Dobór parametrów suszenia zawiesiny skrobi pszennej w suszarce rozpyłowej. *Inżynieria Rolnicza*, 2001, 12.
- [12] Lahl W., Braun S.: Enzymatic Production of Protein Hydrolysates for Food Use. *Food Technology*, 1994, 10, 68-71.
- [13] Mahmoud M.: Physicochemical and functional properties of protein hydrolysates in nutritional products. *Food Technol.*, 1994, **10**, 89-94, 113.
- [14] Masters K.: *Spray Drying – Handbook*. Wiley, New York 1985.
- [15] Nijdam J.J., Langrish T.A.J.: The effect of surface composition on the functional properties of milk powder. *J. Food Eng.*, 2006, **77** (4), 919-925.
- [16] Quek S.Y., Chok N.K., Swedlund P.: The physicochemical properties of spray-drying watermelon powders. *Chem. Eng. Proc.*, 2007, **46**, 386-392.
- [17] Rattes A.L.R., Oliveira W.P.: Spray drying conditions and encapsulating composition effects on formation and properties of sodium diclofenac microparticles. *Powder Technology*, 2007, **171** (1), 7-14.
- [18] Reiniccius G.A.: Multiple-core encapsulation – the spray drying of food ingredients. *Microencapsulation of Food Ingredients* (ed. P. Vilstrup). Leatherhead Publishing, Surrey, 2001, pp. 151-185.
- [19] Tonon R.V., Brabet C., Hubinger M.D.: Influence of process conditions on the physicochemical properties of acai (*Euterpe oleracea* Mart.) powder produced by spray drying. *J. Food Eng.*, 2008, **88**, 411-418.
- [20] Walton D.E., Mumford C.J.: The morphology of spray dried particles. The effect of process variables upon the morphology of spray-dried particles. *Transactions of the Institution of Chemical Engineers*, 1999, **77**, part A, 442-460.

INVESTIGATING THE MORPHOLOGY OF POWDERS OBTAINED IN A PROCESS OF SPRAY DRYING OF PROTEIN HYDROLYSATES CONTAINING MALTODEXTRIN

S u m m a r y

The objective of the investigation was to describe changes in the morphology and selected physical properties of protein hydrolysate powders with maltodextrin as a carrier. The powders investigated were obtained in a process of spray drying. Two inlet air temperatures (160 °C and 200 °C) and three raw material fluxes (0.9, 1.18, and 1.28 cm³/s) were used. The highest moisture content in powders (4.5 %) was obtained at a temperature of 160 °C and with a 1.28 cm³/s flux of raw material. Decreasing the drying temperature and increasing the feeding flux of raw material resulted in the manufacturing of powders of a higher moisture value. The increased feeding flux of raw material and the drying temperature did not significantly impact the loose density value obtained. The values obtained ranged from 493 to 518 kg/m³. The drying temperature had a significant impact on the apparent density of particles and its increase caused the apparent density to increase. The drying temperature did not differentiate the density only when the raw material flux was the lowest. Changing the feeding flux of raw material did not show any statistically significant impact on the apparent density values obtained. The bed external porosity of powders

ranged from 58 to 63 %. A statistically significant decrease in the bed external porosity was found only at a temperature of 200 °C, and it occurred along with the increased raw material flux. The photographs taken by a scanning microscope demonstrated that the particles were characterized by a spherical, smooth-faced shape. The performed screen analysis of powders showed the increase in the particle size along with the increase in the feeding flux of raw material and in the drying temperature.

Key words: spray drying, maltodextrin, protein hydrolysate, density, porosity ☒

MACIEJ NASTAJ

**WPLYW ZMIENNEGO CZASU UBIJANIA NA WŁAŚCIWOŚCI
REOLOGICZNE PIAN OTRZYMANÝCH Z RÓŻNYCH
PREPARATÓW BIAŁEK SERWATKOWYCH I SPROSZKOWANEJ
ALBUMINY JAJA**

Streszczenie

Celem pracy była ocena właściwości reologicznych pian otrzymanych z trzech rodzajów preparatów białek serwatkowych i sproszkowanej albuminy jaja kurzego, w zależności od czasu ubijania. Właściwości reologiczne pian oceniono za pomocą reometru oscylacyjnego HAAKE RS 300. Wyznaczono wartości granicy płynięcia (τ), modułów zachowawczego (G') i stratności (G'') oraz wielkości kąta fazowego (E) badanych próbek. Dokonano również wyznaczenia wydajności pienienia roztworów badanych preparatów. Właściwości reologiczne otrzymanych pian były zależne od rodzaju zastosowanego preparatu i czasu ubijania. Piany z albuminy cechowały się lepszymi właściwościami reologicznymi i wymagały krótszego czasu ubijania w porównaniu z pianami otrzymanymi z preparatów białek serwatkowych. W przypadku pian uzyskanych z preparatów białek serwatkowych wzrost czasu ubijania prowadził do systematycznego zwiększania się granicy płynięcia i wydajności pienienia. Z kolei zwiększanie czasu ubijania pian otrzymanych z albuminy prowadziło do zmniejszania wartości granicy płynięcia i wydajności pienienia. W przypadku pian otrzymanych z preparatów białek serwatkowych stwierdzono zależność liniową pomiędzy wartościami granicy płynięcia a czasem ich ubijania. W przypadku pian uzyskanych z izolatu białek serwatkowych (WPI) stwierdzono korelację pomiędzy granicą płynięcia a kątami fazowymi.

Słowa kluczowe: białka serwatkowe, albumina, piany, reologia

Wprowadzenie

Białka są dość powszechnie używanymi składnikami funkcjonalnymi i służą do produkcji całej gamy produktów spożywczych. Szczególnie ich zdolność do pienienia dominują nad innymi właściwościami funkcjonalnych białek i zyskują coraz większe zainteresowanie ze strony badaczy [21].

Piany w technologii żywności są obecne w wielu produktach spożywczych, takich jak: chleby, ciasta, ciastka, nugaty, bezy, lody oraz różne wyroby piekarnicze. W wielu

przypadkach piana sama w sobie jest produktem, np. w postaci polewy do ciast. Innym przykładem mogą być bezy i ciastka w formie stałej. Piana do ich produkcji jest wytwarzana w odrębnym etapie procesu, a w kolejnych fazach poddaje się ją dalszemu przetwarzaniu, zanim produkt finalny będzie gotowy do spożycia. Poznanie zmiennych mechanizmów związanych z procesem powstawania, stabilizacji oraz właściwościami fizycznymi pian jest kluczowe dla przewidywania procesu oraz kontroli właściwości produktów spienionych. Dotychczas mechanizmy rządzące spienianiem białek nie są do końca poznane, zrozumiane i opisane [14].

Zastosowanie dostępnych na rynku preparatów białkowych, jako środków spieniających, ogranicza zakres pH oraz siła jonowa, co ma istotny wpływ na ich właściwości pianotwórcze. Zmienność procesu spieniania preparatów białkowych jest kolejnym ograniczeniem dla ich zastosowania. Dlatego też poznanie nowych technologii mających na celu poprawę właściwości pianotwórczych białek jest bardzo pożądane przez przemysł spożywczy [12].

Poznanie chemicznych i fizycznych mechanizmów spieniania białek spożywczych jest istotne z uwagi na konieczność produkowania pian o stałej i wysokiej jakości. Ponadto przetwórcy chcieliby mieć szeroki wybór składników do produkcji wyrobów napowietrzonych, czyli np. możliwość zastępowania białek jaja kurzego białkami mlecznymi [5].

Celem pracy było określenie wpływu czasu ubijania na właściwości reologiczne pian otrzymanych z preparatów białek serwatkowych oraz sproszkowanej albuminy jaja kurzego.

Material i metody badań

Do badań użyto: izolatu białek serwatkowych (WPI) o zawartości białka 91,7 % (MILEI GmbH, Leutkirch, Niemcy), koncentratów białek serwatkowych (WPC 80 i WPC 65), zawierających odpowiednio: 75,4 % i 65,2 % białka (MILEI GmbH, Leutkirch, Niemcy) oraz sproszkowanej albuminy jaja kurzego (ALB) o zawartości 83,5 % białka (Ovopol, Nowa Sól).

Z preparatów białkowych przygotowano roztwory o stężeniu białka: 2, 6 i 10 % (m/v). Piany wytwarzano przez ubijanie 50 ml roztworu w zlewkach wysokościennych o pojemności 600 ml z zastosowaniem miksera Philips Essence. Każdą próbkę roztworu ubijano przez: 1, 2, 3 i 4 min.

Właściwości reologiczne pian badano przy użyciu reometru oscylacyjnego HAAKE RS 300 (ThermoHaake, Karlsruhe, Niemcy). Pomiarów granicy płynięcia dokonywano przy stałej prędkości ścinania wynoszącej $0,01 \text{ s}^{-1}$ z zastosowaniem modułu pomiarowego vane. W teście oscylacyjnym określano liniowy zakres lepkości przystości badanych pian przy częstotliwości 1 Hz i zakresie odkształcenia 0,002 - 0,05 %. Określano również wartości modułów zachowawczego (G') i stratności (G'')

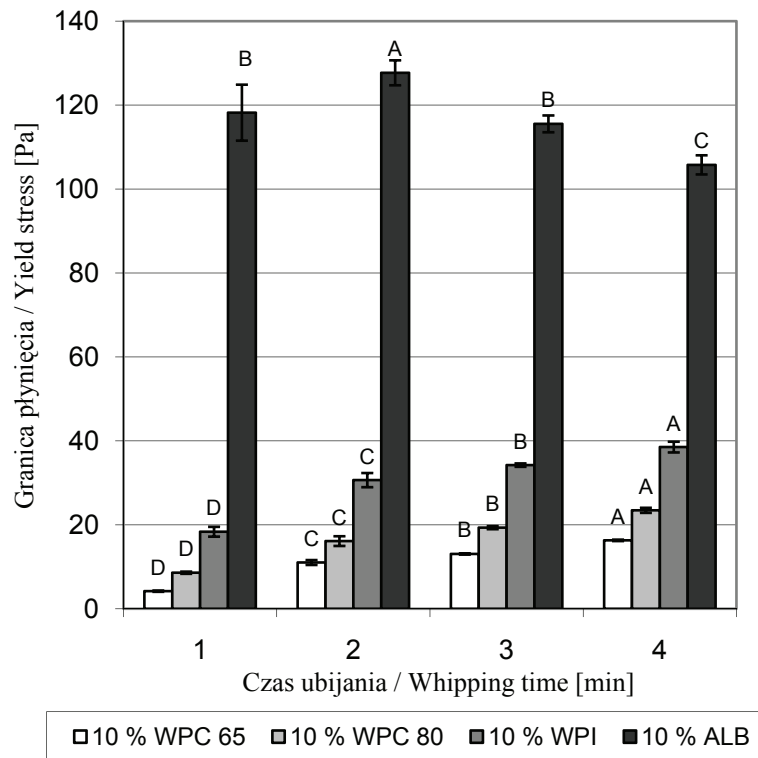
oraz wielkości kąta fazowego (E) przy zakresie częstotliwości drgań 0,1 - 10,00 Hz i przy odkształceniu wynoszącym 0,003 %. Każdą próbkę piany analizowano w trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki rejestrowano komputerowo, wykorzystując program RheoWin Pro (ThermoHaake, Karlsruhe, Niemcy).

Pomiarów wydajności pienienia (Φ) roztworów białek dokonano zgodnie z wcześniej stosowaną metodyką [2].

Wyniki i dyskusja

Na rys. 1. przedstawiono wartości granicy płynięcia (τ) pian otrzymanych z 10 % roztworów badanych preparatów. Największe wartości τ stwierdzono w przypadku najwyższych stężeń (10 %), a przy stężeniach niższych wartości te ulegały systematycznemu zmniejszeniu. Zwiększanie stężenia preparatu białkowego prowadzi do wzrostu τ uzyskanych pian. Wiąże się to prawdopodobnie z faktem zwiększania ilości materiału aktywnego powierzchniowo w układzie i większej ilości białkowych powłok międzyfazowych [14]. Piany z albuminy (ALB) wykazywały największe wartości τ , zwłaszcza ze zwiększaniem czasu ubijania z 1 do 2 min, dalsze zwiększanie czasu procesu prowadziło do zmniejszenia τ . Halling [8] i Kinsella [9], badając właściwości pianotwórcze albuminy, zdefiniowali mechanizm odpowiedzialny za spadek sztywności pian po przedłużonym czasie ubijania. Zjawisko „przebicia” prowadzi do powstania nierozpuszczalnych agregatów białek na granicy faz, które mają mniejszą zdolność utrzymywania wody, co objawia się zmniejszeniem sztywności i objętości piany [17]. Piany uzyskane z preparatów WPI, WPC 80 i WPC 65 wykazały mniejsze wartości τ od pian z ALB. Pernel i wsp. [14] stwierdzili we wcześniejszych badaniach, że czas ubijania istotnie wpływa na wartości granicy płynięcia, wydajności pienienia oraz stabilność pian. Można zakładać, że różnice wartości τ pian z albuminy i izolatu białek serwatkowych mogą wynikać z różnic w budowie i właściwościach obu preparatów. Albumina cechuje się większą liczbą hydrofobowych grup sulfhydrylowych w porównaniu z białkami obecnymi w WPI, których liczba bezpośrednio determinuje jej właściwości powierzchniowe [3, 4, 11, 14].

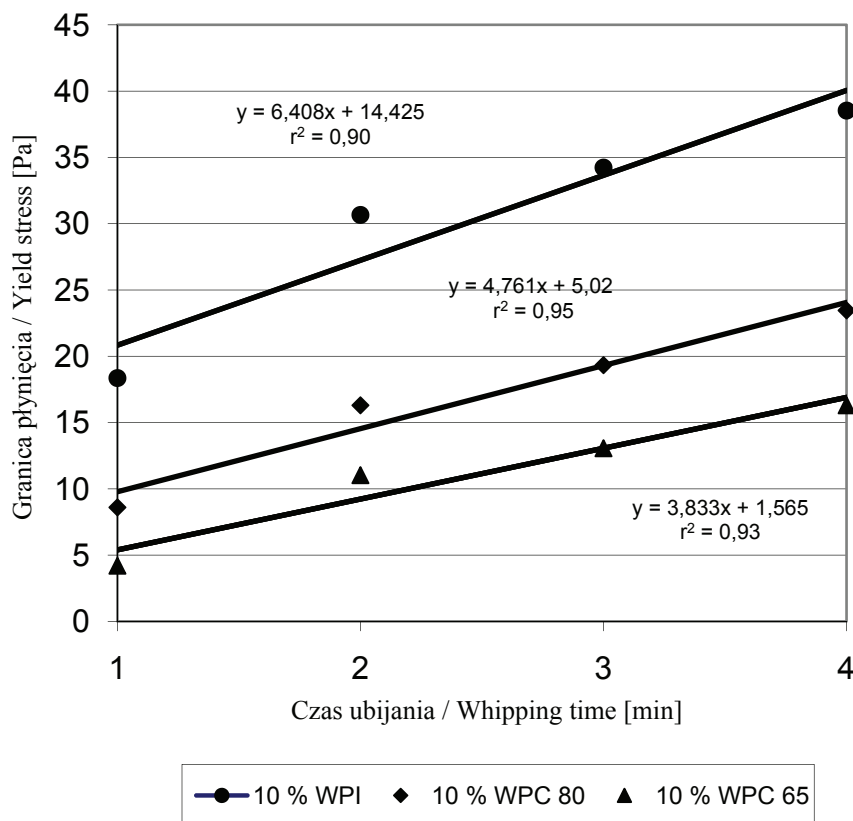
Spośród preparatów białek serwatkowych piany uzyskane z WPI cechowały się najwyższymi, z WPC 80 mniejszymi, a z WPC 65 najmniejszymi wartościami τ . Koncentrat WPC 80 zawierał większe, a WPC 65 największe ilości laktozy w stosunku do pian z WPI. Luck i wsp. [10] stwierdzili, że wzrost zawartości laktozy w roztworze WPI prowadził do zmniejszenia τ uzyskanych pian. Właściwości pianotwórcze białek ulegają zmianie, gdy są one obecne w mieszaninie z innymi składnikami niebiałkowymi tj. cukrami [13, 20].



Rys. 1. Wpływ rodzaju preparatu i czasu ubijania na wartości granicy płynięcia pian uzyskanych z 10 % roztworów białek.

Fig. 1. Effect of preparation type and whipping time on yield stress values of foams produced from 10 % protein solutions.

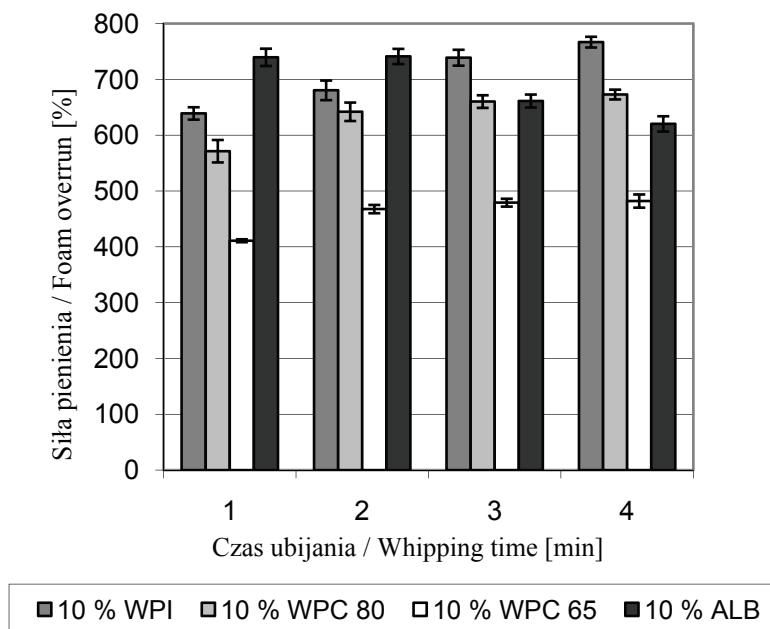
W przypadku pian otrzymanych z WPI, WPC 80 i WPC 65 stwierdzono liniową zależność pomiędzy wartościami granicy płynięcia pian i czasem ubijania roztworów białek (rys. 2), o czym świadczą wysokie współczynniki determinacji r^2 w zakresie 0,90 - 0,95.



Rys. 2. Zależność między czasem ubijania roztworów WPI, WPC 80 i WPC 65 o stężeniu 10 % białka a wartościami granicy płynięcia uzyskanych pian.

Fig. 2. Linear relationship between whipping time of 10 % WPI, WPC 80, and WPC 65 solutions and foam yield stress values.

Na rys. 3. przedstawiono wartości wydajności pienienia (Φ) pian otrzymanych z 10 % roztworów badanych preparatów. Największe wartości Φ stwierdzono w przypadku pian otrzymanych z albuminy. Pernell i wsp. [14] stwierdzili, że ilość powietrza znajdującego się w pianie jest zależna od stężenia białka w roztworze i czasu ubijania. Piany uzyskane z preparatów białek serwatkowych WPI, WPC 80 i WPC 65 cechowały się mniejszymi wartościami wydajności pienienia. Pernell i wsp. [15] otrzymali równe lub wyższe wartości wydajności pienienia roztworów albuminy w porównaniu z roztworami WPI. W niniejszej pracy, w przypadku roztworów albuminy największe wartości Φ uzyskano po pierwszej i drugiej minucie ubijania, dalsze zwiększanie czasu



Rys. 3. Wpływ rodzaju preparatu i czasu ubijania na wartości wydajności pienienia 10 % roztworów otrzymanych z badanych preparatów białkowych.

Fig. 3. Effect of preparation type and whipping time on foam overrun values of 10 % solutions produced from protein preparations under analysis.

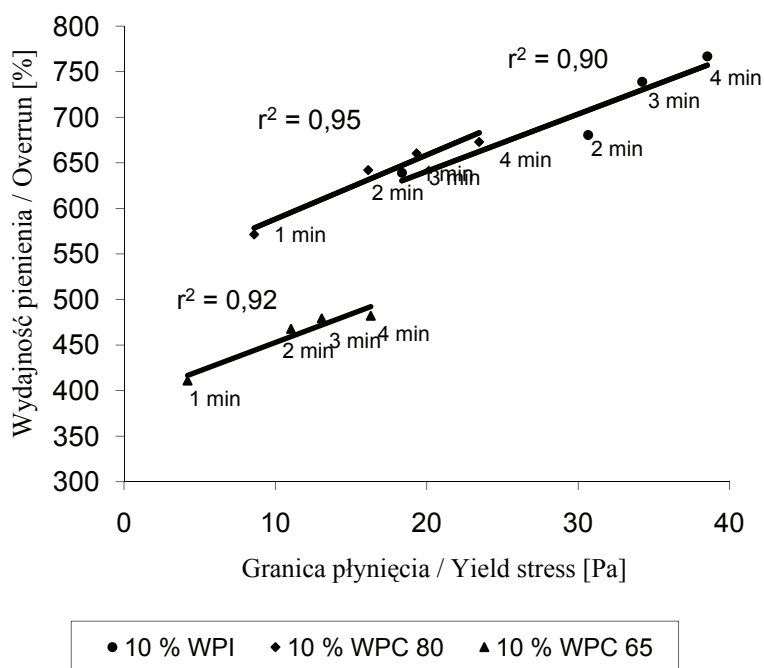
Tabela 1

Wartości modułu zachowawczego (G') i stratności (G'') oraz kąta fazowego (E) 10 % pian uzyskanych z roztworów WPI i ALB, determinowane czasem ubijania.

Values of storage modulus (G'), loss modulus (G''), and phase angle (E) of 10 % foams produced from ALB and WPI as determined by whipping time.

Czas ubijania Whipping time [min]	WPI			ALB		
	G' [Pa]	G'' [Pa]	E (°)	G' [Pa]	G'' [Pa]	E (°)
1	390,5 ^D ±24,9	169,0 ^A ±13,1	19,79 ^A ±0,18	947,3 ^B ±19,9	195,3 ^D ±1,76	12,01 ^B ±0,04
2	425,6 ^C ±39,0	165,3 ^A ±20,8	18,29 ^B ±0,54	1076 ^A ±31,8	258,9 ^A ±14,7	12,29 ^A ±0,34
3	501,3 ^B ±42,9	160,2 ^B ±10,9	14,71 ^C ±0,12	1049 ^A ±12,9	227,0 ^B ±1,97	12,05 ^B ±0,07
4	571,6 ^A ±0,77	159,7 ^B ±5,4	13,13 ^D ±0,48	1004 ^A ±23,9	213,5 ^C ±5,8	12,16 ^A ±0,01

ubijania prowadziło do obniżenia wartości tego parametru. W przypadku roztworów WPI, WPC 80 i WPC 65 zwiększanie czasu ubijania prowadziło do stopniowego wzrostu Φ . Piany otrzymane z WPI wykazały największe, z WPC 80 mniejsze, a z WPC 65 najmniejsze wartości Φ . Zwiększenie wartości Φ wraz ze wzrostem czasu ubijania tłumaczy się większym nakładem energii dostarczonej do układu, który powoduje większą inkorporację powietrza [10, 14, 15].



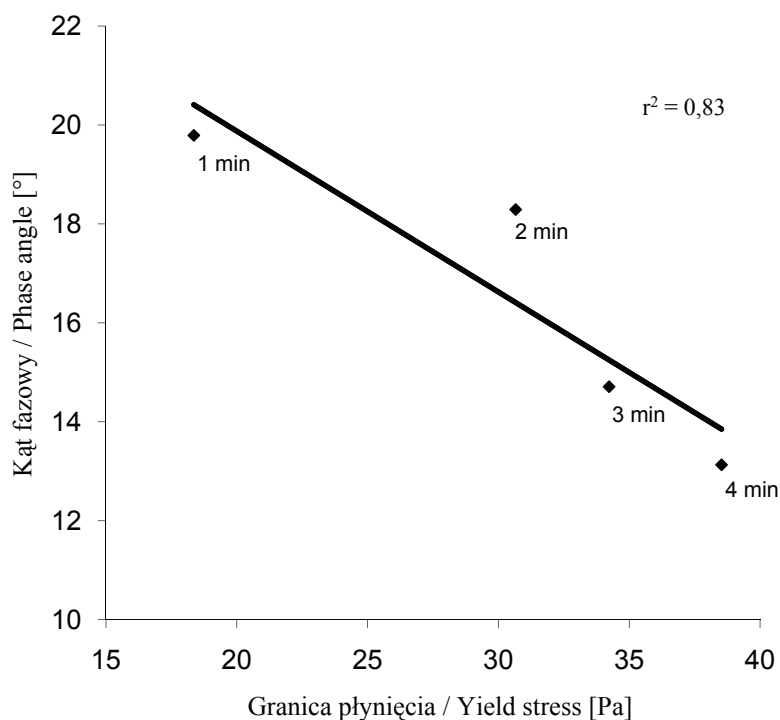
Rys. 4. Zależność pomiędzy wydajnościami pienienia a granicami płynięcia 10 % pian uzyskanych z roztworów WPI, WPC 80 i WPC 65.

Fig. 4. Relationship between overrun and yield stress values for 10 % foams produced from WPI, WPC 80, and WPC 65 solutions.

Na rys. 4. przedstawiono zależność pomiędzy wydajnością pienienia a wartościami granicy płynięcia badanych pian białkowych. W przypadku pian otrzymanych z WPI, WPC 80 i WPC 65 stwierdzono wysokie współczynniki determinacji r^2 , które wyniosły odpowiednio: 0,90, 0,95 i 0,92. Luck i wsp. [10] oraz Foegeding i wsp. [6] określili podobną zależność w przypadku pian otrzymanych z WPI. Również wcześniejsze badania dowodzą istnienia korelacji związanej ze wzrostem udziału fazy gazowej w pianie, która powoduje wzrost wartości τ [1, 16, 22].

Wartości modułu zachowawczego (G') i stratności (G'') oraz kątów fazowych pian w istotnym stopniu zależały od rodzaju preparatu białkowego i czasu ubijania (tab. 1). Piany o stężeniu 10 % białka i z roztworu albuminy cechowały się większymi

wartościami modułów G' i G'' od pian uzyskanych z roztworów WPI. Mleko i wsp. [12] oraz Gunasekaran i Ak [7] stwierdzili, że piany utworzone z albuminy jaja kurzego podczas przeprowadzenia testów oscylacyjnych wykazywały właściwości reologiczne podobne do wysoce elastycznych materiałów, jak żele. Również Sołowiej i wsp. [18] stwierdzili poprawę właściwości reologicznych stałych produktów mleczarskich przy zastosowaniu dodatku preparatów białek serwatkowych. W przypadku pian uzyskanych z WPI, wraz ze wzrostem czasu ubijania stwierdzono zmniejszenie wartości kątów fazowych, co oznacza wzrost elastycznego charakteru próbki [12, 19].



Rys. 5. Zależność między wartościami granicy płynięcia i kątami fazowymi dla pian o stężeniu 10 % białka otrzymanych z roztworów WPI w zmiennym czasie ubijania.

Fig. 5. Relationship between yield stress and phase angle values for foams of 10 % protein concentration produced from WPI preparations during varying times of whipping.

Na rys. 5. przedstawiono zależność między wartością kąta fazowego a wartością granicy płynięcia pian otrzymanych z WPI w zmiennym czasie ubijania ($r^2 = 0,83$). W przypadku pozostałych preparatów nie stwierdzono zależności między tymi dwoma wielkościami fizykochemicznymi. Im mniejszy jest kąt fazowy, tym układ jest bardziej elastyczny, wobec czego piana będzie bardziej podatna na elastyczne rozciąganie.

Wzrost siły działającej na próbkę, wynikający z obrotu układu pomiarowego, powoduje rozciąganie się próbki piany i układ jest w zakresie linowej lepkości sprężystości. Tak, więc w bardziej elastycznych pianach (mniejszy kąt fazowy) nastąpi zerwanie elastycznych połączeń przy większej wartości siły, czyli przy wyższej wartości τ .

Wnioski

1. Rodzaj zastosowanego preparatu i czas ubijania istotnie wpływał na parametry reologiczne otrzymanych pian białkowych.
2. W przypadku pian otrzymanych z białek serwatkowych wzrost czasu ubijania prowadzi do poprawy ich właściwości reologicznych.
3. Obok albuminy jaja kurzego, preparaty białek serwatkowych mogą być z powodzeniem stosowane w technologii żywności jako czynnik spieniający.

Literatura

- [1] Calvert J.R., Nezhati K.: Bubble size effects in foams. *International J. Heat Fluid Flow*, 1987, **8**, 102-106.
- [2] Campbell G.M., Mougeot E.: Creation and characterization of aerated food products. *Trends Food Sci. Technol.*, 1999, **10**, 283-296.
- [3] Davis J.P., Foegeding E.A.: Comparisons of the foaming and interfacial properties of whey protein isolate and egg white proteins. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 2007, **54**, 200-210.
- [4] Davis J.P., Foegeding E.A.: Foaming and interfacial properties of polymerized whey protein isolate. *J. Food Sci.*, 2004, **69** (5), 404-410.
- [5] Foegeding E. A., Luck P. J., Davis J.P.: Factors determining the physical properties of protein foams. *Food Hydrocoll.*, 2006, **20**, 284-292
- [6] Foegeding E.A., Li L.H., Pernell C.W., Mleko S.: A comparison of the gelling and foaming properties of whey and egg proteins. In: *Hydrocolloids. Part 1*, Elsevier Science, B.V., 2000, pp. 357-366.
- [7] Gunasekaran S., Ak M.M.: Dynamic oscillatory shear testing of foods-selected applications. *Food Sci. Technol.*, 2000, **11**, 115-127.
- [8] Halling P.J.: Protein-stabilized foams and emulsions. *CRC Critical reviews. Food Sci. Nutr.*, 1981, **15**, 155-203.
- [9] Kinsella J.E.: Physicochemical and functional properties of milk proteins. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1984, **21**, 197.
- [10] Luck P.J., Bray N., Foegeding E.A.: Factors determining yield stress and overrun of whey protein foams. *JFS: Food Chemistry and Toxicology*, 2001, **69** (5), 1667-1861.
- [11] Mine Y.: Recent advances in understanding of egg white protein functionality. *Trends Food Sci. Technol.*, 1995, **6**, 225-232.
- [12] Mleko S., Kristinsson H.G., Liang Y., Gustaw W.: Rheological properties of foams generated from egg albumin after pH treatment. *LWT – Food Sci. Technol.*, 2007, **40**, 908-914.
- [13] Murray B. S.: Stabilization of bubbles and foams. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 2007, **12**, 232-241.
- [14] Pernell C.W., Foegeding E.A., Luck P.J., Davis J.P.: Properties of whey and egg white protein foams. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2002, **204**, 9-21.

- [15] Pernell C.W., Foegeding E.A., Daubert C.R.: Measurement of the yield stress of protein foams by vane rheometry. *J. Food Sci.*, 2000, **65** (1), 110-114.
- [16] Princen H.M.: Rheology of foams and highly concentrated emulsions II. Experimental study of the yield stress and wall effects for concentrated oil-in-water emulsions. *J. Coll. Interface Sci.*, 1985, **105**, 150-171.
- [17] Raikos V., Campbell L., Euston R.S.: Effects of sucrose and sodium chloride on foaming properties of egg white proteins. *Food Res. Int.*, 2007, **40**, 347-355.
- [18] Sołowiej B., Gustaw W., Nastaj M.: Wpływ dodatku koncentratów białek serwatkowych na właściwości reologiczne analogów serów topionych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **5** (60), 226-234.
- [19] Tabilo-Munizaga G., Barbosa-Canovas G.V.: Rheology for the food industry. *J. Food Eng.*, 2005, **67**, 147-156.
- [20] Thakur R.K., Vial Ch., Djelveh G.: Effect of pH of food emulsions on their continuous foaming using a mechanically agitated column. *Innovative Food Sci. Emerging Technologies*, 2007, **7**, 203-210.
- [21] Yankov S., Panchev I.: Foaming properties of sugar-egg mixtures with milk protein concentrates. *Food Res. Int.*, 1996, **29**, 521-525.
- [22] Yoshimiura A.S., Prud'homme R.K., Princen H.M., Kiss A.D.: A comparison of techniques for measuring yield stresses. *J. Rheol.*, 1987, **31**, 699-710.

**EFFECT OF CHANGING WHIPPING TIME ON RHEOLOGICAL PROPERTIES
OF FOAMS PRODUCED FROM VARIOUS WHEY PROTEIN PREPARATIONS
AND POWDERED EGG ALBUMIN**

S u m m a r y

The objective of this paper was to assess the effect of whipping time on rheological properties of foams produced from various types of whey protein preparations and from egg albumin. Rheological properties of the analyzed foams were assessed using an oscillatory ThermoHaake RS 300 rheometer. The following rheological parameters of the samples studied were determined: yield stress (τ), storage (G') and loss (G'') moduli, and phase angle (E) values. For each protein solution of the preparations investigated, values of foam overrun (Φ) were also determined. Rheological properties of the analyzed foams depended on the type of preparation used and on the whipping time. The egg albumin foams exhibited better rheological properties and required a shorter whipping time compared to the foams produced from whey protein preparations. As for the foams produced from whey protein preparations, the increase in the whipping time resulted in a systematic increase in both the yield stress and the whipping overrun. As for the egg albumin foams, the increase in their whipping time caused the yield stress and overrun to decrease. In the case of foams produced from whey protein preparations, a linear relationship between the yield stress values and whipping times was found. As for the whey foams (WPI), a correlation was found between the yield stress and the phase angle values.

Key words: whey proteins, albumin, foams, rheology ☒

ALICJA KOŚMIDER, AGNIESZKA DROŻDŻYŃSKA, KATARZYNA CZACZYK

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA SUROWCÓW ODPADOWYCH W PROCESIE FERMENTACJI PROPIONOWEJ

Streszczenie

Stały wzrost zdolności produkcyjnych biodiesla w Polsce, szacowany na ok. 1 mln ton w roku 2010, spowoduje nagromadzenie ok. 300 tys. ton glicerolu odpadowego (odpadu poprodukcyjnego) rocznie, którego zbyt będzie miał wpływ na cenę tego biopaliwa. Rozwiązaniem tej sytuacji może być wykorzystanie surowego bądź częściowo oczyszczonego glicerolu jako składnika podłoża do hodowli drobnoustrojów, których metabolity są użyteczne przemysłowo.

W niniejszej pracy zbadano możliwości wykorzystania czystego glicerolu, glicerolu odpadowego i serwatki (odpadu z przemysłu mleczarskiego), jako źródła węgla w procesie biosyntezy kwasu propionowego przez bakterie *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* i porównanie efektywności procesu z hodowlą prowadzoną na standardowym podłożu do hodowli bakterii propionowych.

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że najwięcej kwasu propionowego (13,7 g/l) uzyskano na podłożu, w którym jako źródło węgla zastosowano czysty glicerol. W przypadku zastosowania pozostałych źródeł węgla: glicerolu odpadowego, serwatki oraz glicerolu w połączeniu z serwatką produkcja kwasu propionowego była zbliżona do wyników uzyskanych z wykorzystaniem tradycyjnego źródła węgla – glukozy i wynosiła średnio 10,5 g/l. Stwierdzono, że przy wykorzystaniu surowców odpadowych nastąpiło wydłużenie czasu trwania procesu fermentacji. W tych warunkach zaobserwowano również zmianę profilu syntetyzowanych kwasów organicznych.

Słowa kluczowe: glicerol, glicerol odpadowy, serwatka, fermentacja propionowa

Wprowadzenie

Drobnoustroje z rodzaju *Propionibacterium* odznaczają się dużą heterogennością pod względem właściwości biologicznych. Są to drobnoustroje rosnące w ściśle beztlenowych lub względnie beztlenowych warunkach [2]. Znamiennej cechą tych bakterii jest zdolność do syntezy dużych ilości kwasu propionowego [7]. Kwas propionowy

stosuje się jako naturalny konserwant żywności i pasz lub do produkcji tworzyw sztucznych, herbicydów, a nawet perfum [5, 9, 11].

Mimo, że dotychczasowa produkcja kwasu propionowego odbywa się w procesach petrochemicznych, wzrasta zainteresowanie jego wytwarzaniem sposobem mikrobiologicznym ze względu na możliwości zagospodarowania tanich surowców odpadowych, takich jak serwatka czy melasa [7]. W ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się wykorzystaniu glicerolu odpadowego nagromadzonego podczas produkcji biodiesla, jako składnika podłoża do hodowli drobnoustrojów, których metabolity są użyteczne przemysłowo. Szacuje się, że przy planowanym na rok 2010 w Polsce wzroście produkcji biodiesla do 1,5 mln ton, pojawi się problem z zagospodarowaniem ok. 300 tys. ton glicerolu, którego zbyt będzie miał wpływ na cenę tego biopaliwa [4, 6]. Odpadowy glicerol z powodzeniem stosowany jest do produkcji 1,3-propanodiolu, kwasu cytrynowego, kwasu bursztynowego lub dihydroksyacetonu [10]. W dostępnej literaturze wykazano również możliwość wykorzystania glicerolu w procesie fermentacji propionowej [1, 5].

Celem pracy było określenie możliwości wykorzystania czystego glicerolu, glicerolu odpadowego i serwatki, jako źródeł węgla w procesie biosyntezy kwasu propionowego przez bakterie *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* i porównanie efektywności procesu z hodowlą prowadzoną na glukozie.

Material i metody badań

Drobnoustroje

W badaniach użyto bakterii propionowych *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* 1 pochodzących z kolekcji własnej Katedry Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Drobnoustroje przechowywano w temp. 4 °C na płynnej pożywce kazeinowej, której skład podano w tab. 1. Do celów doświadczalnych bakterie przeszczepiano na płynną pożywkę kazeinową i hodowano w temp. 30 °C przez 72 h. Następnie prowadzono propagację, przeszczepiając szcep na większe objętości testowanych pożywek, dodając 10 % inokulum.

Podłoża

W przeprowadzonych eksperymentach zastosowano sześć podłoży hodowlanych różniących się rodzajem zastosowanego źródła węgla. Skład pożywek przedstawiono w tab. 1. Źródła węgla stanowiły: glukoza bezwodna, czysty glicerol, glicerol odpadowy (częściowo oczyszczony) zawierający 860 g/l glicerolu pochodzący z produkcji biodiesla (SG BODDINGS GmbH, Niemcy), laktoza zawarta w serwatce (suszona serwatka o zawartości laktozy 60 % pochodziła z zakładu P.P.H.U. LAKTOPOL, Suwałki), laktoza zawarta w serwatce i czysty glicerol zmieszane w stosunku 1:1 oraz laktoza zawarta w serwatce zmieszana z glicerolem odpadowym w stosunku 1:1.

Podłoża doprowadzano do pH 6,8 za pomocą 25 % wodnego roztworu amoniaku, następnie wyjaławiano w aparacie Kocha metodą tyndalizacji przez 25 min [8].

Tabela 1

Skład podłoży hodowlanych.
Composition of culture media

Składniki Components	Pożywka kazeinowa (z glukozą) Casein medium (with glucose)	Pożywka z czystym glicerolem / Medium with pure glycerol	Pożywka z glicerolem odpadowym / Medium with crude glycerol	Pożywka z serwatką Medium with whey	Pożywka z czystym glicerolem i serwatką Medium with pure glycerol and whey	Pożywka z glicerolem odpadowym i serwatką Medium with crude glycerol and whey
Glukoza / Glucose [g]	20	-	-	-	-	-
Czysty glicerol Pure glycerol [g]	-	20	-	-	10	-
Glicerol odpadowy Crude glycerol [g]	-	-	20	-	-	10
Laktoza z serwatki Lactose from whey [g]	-	-	-	20	10	10
K ₃ PO ₄ [g]	1,76			-		
NaH ₂ PO ₄ ·2H ₂ O [g]	2,29			-		
Hydrolizat kwasowy (kazeina) / Casamino acid (casein) [g]	5			-		
Hydrolizat enzymatyczny Tryptone [g]	10			-		
Biotyna / Biotin [mg]	0,3					
Pantotenian Ca Ca-pantothenate [mg]	4					
FeSO ₄ ·7H ₂ O [mg]	5					
CoSO ₄ ·6H ₂ O [mg]	2					
MnCl ₂ ·4H ₂ O [mg]	10					
ZnCl ₂ [mg]	2					
MgCl ₂ ·6H ₂ O [g]	0,2					
Woda destylowana Distilled water [ml]	do 1000					

Warunki prowadzenia hodowli

Hodowle inokulacyjne prowadzono w warunkach statycznych, przez 72 h, w temp. 30 °C, w atmosferze CO₂, w kolbach Erlenmayera o objętości 250 ml, zawierających 200 ml pożywki kazeinowej. Do zaszczepienia odpowiedniego podłoża produkcyjnego używano 10 % obj. zawiesiny komórek namnożonych w hodowli inokulacyjnej.

Proces biosyntezy kwasu propionowego prowadzono w kolbach Erlenmayera o objętości 250 ml, zawierających 200 ml odpowiedniego podłoża hodowlanego zaszczepionego hodowlą inokulacyjną. Doświadczenia prowadzono w warunkach statycznych, w atmosferze CO₂ przez 240 h, w temp. 30 °C, z codzienną regulacją pH do wartości 6,8 za pomocą 25 % wodnego roztworu amoniaku. Próby do analiz pobierano w 24., 48., 72., 120., 168. i 240. godzinie trwania procesu.

Metody badań

Oznaczanie źródeł węgla i kwasów organicznych techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC)

Cukry proste (laktozę oraz glukozę), glicerol oraz kwasy organiczne (kwas propionowy, kwas octowy, kwas bursztynowy) oznaczano techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) w chromatografii cieczowym MERCK – HITACHI (zestaw: automatyczny podajnik prób MERCK – HITACHI L-7250, pompa MERCK – HITACHI L-7100 z detektorem RI (MERCK – HITACHI L-7490). Do oznaczeń używano kolumny Aminex HPX – 87H 300x7,8 mm (BIO-RAD). Jako eluent stosowano 0,001 M H₂SO₄, przy przepływie 0,6 ml/min, izokratycznie. Oznaczenia prowadzono w temp. 60 °C. Próby po przesączeniu przez sącziki mikrobiologiczne o średnicy porów 0,45 μm (Millipore) наносzono na szczyt kolumny w ilości 30 μl. Identyfikacji jakościowej i ilościowej dokonywano metodą standardu zewnętrznego z wykorzystaniem powierzchni pików (pomiar i integracja komputerowa z zastosowaniem Chromatography Data Station Software, MERCK – HITACHI).

Oznaczanie suchej masy komórkowej

Płyn pohodowlany wirowano przy 4000 obr./min przez 10 min. Odwirowaną biomasę przenoszono ilościowo do wcześniej zważonych naczynek wagowych. Naczynka z biomasą suszono w temp. 105 °C do uzyskania stałej masy.

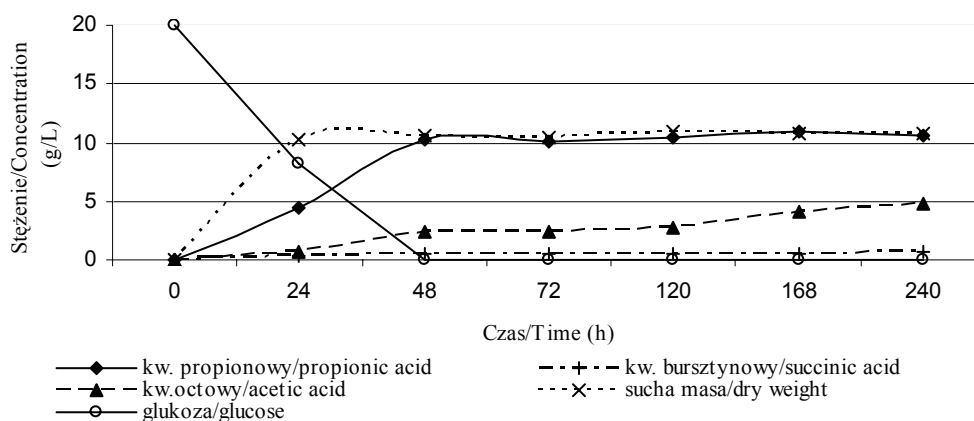
Wszystkie eksperymenty przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Obliczenia matematyczne, jak i statystyczne wykonano, wykorzystując do tego celu programy komputerowe Excel 2003 dla Windows XP oraz STATISTICA 6.0 PL StatSoft, Inc. (2003). Do wyznaczenia istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi posłużono

się jednoczynnikową analizą wariancji przy zastosowaniu testu Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W przeprowadzonych eksperymentach zbadano przebieg procesu biosyntezy kwasu propionowego przez szczep bakteryjny *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* 1.

Na rys. 1. przedstawiono przebieg fermentacji propionowej na podłożu zawierającym glukozę jako źródło węgla. Zastosowany szczep bakterii propionowych charakteryzował się wysokim plonem suchej masy komórkowej, której wartość utrzymywała się od 24 h na poziomie 10 g/l, we wszystkich wariantach doświadczeń (niezależnie od zastosowanego źródła węgla). Już w 48. h procesu nastąpiło całkowite zużycie glukozy. Biosynteza kwasu propionowego osiągnęła wówczas wartość maksymalną (10,2 g/l), a wydajność procesu wyniosła 0,5 g kwasu propionowego/g substratu. W tym czasie ilość wyprodukowanego kwasu octowego osiągnęła poziom 2,4 g/l. Zaobserwowano jednak statystycznie istotny, stały wzrost ilości kwasu octowego przez cały okres analizowania procesu do poziomu 5 g/l w 240. h. W trakcie przeprowadzania eksperymentu stwierdzono także produkcję kwasu bursztynowego, którego biosynteza osiągnęła maksymalną wartość w 120. h fermentacji i wynosiła 0,5 g/l.

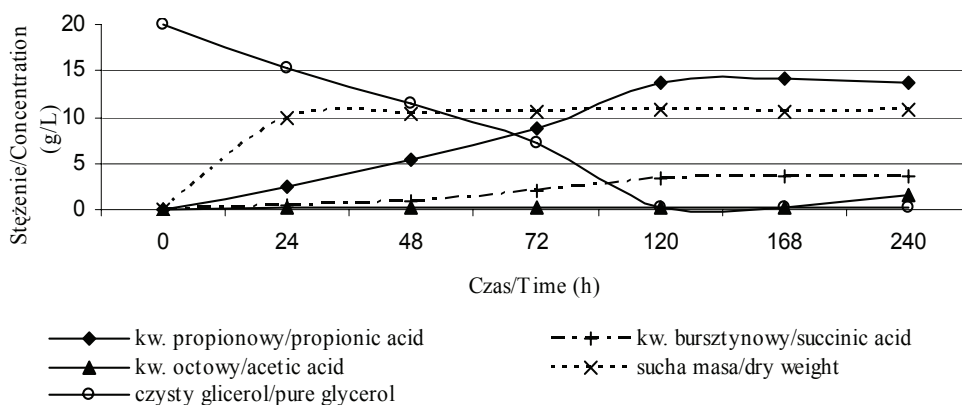


Rys. 1. Przebieg fermentacji propionowej z wykorzystaniem glukozy jako źródła węgla.

Fig. 1. Propionic acid fermentation process, in which glucose was used as a source of carbon.

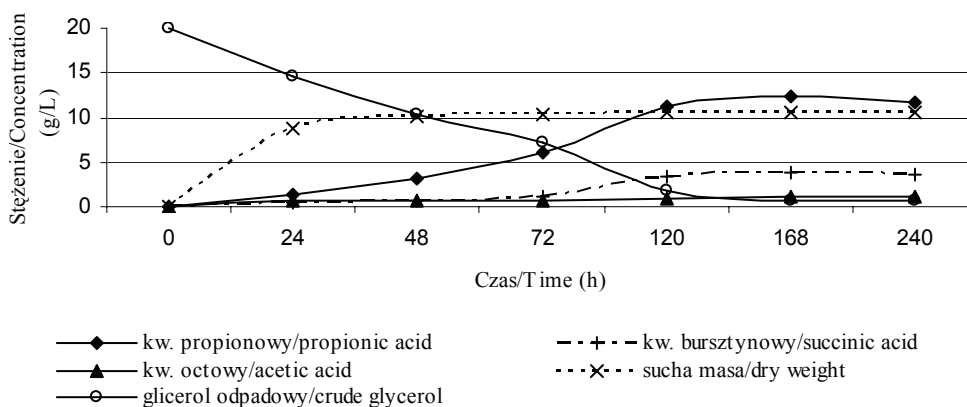
W przypadku hodowli, w której glukozę zastąpiono czystym glicerolem, stwierdzono, że biosynteza kwasu propionowego osiągnęła wartość maksymalną w 120. h prowadzenia hodowli (rys. 2). Był to także czas, w którym doszło do wyczerpania zasobów źródła węgla. W badaniach zanotowano zmianę profilu powstawania kwasów

organicznych. Oprócz wysokiego stężenia kwasu propionowego wynoszącego 13,7 g/l, zaobserwowano produkcję kwasu bursztynowego w ilości ok. 3,5 g/l, którego tworzenie, podobnie jak na podłożu z glukozą, zakończyło się w 120. h fermentacji, a kwas octowy zidentyfikowano w ilościach śladowych (ok. 0,2 g/l). Glicerol okazał się dobrym źródłem węgla do wzrostu i metabolizmu bakterii propionowych. W przedstawionym wariantcie doświadczeń wydajność procesu biosyntezy kwasu propionowego wyniosła 0,68 g /g glicerolu.



Rys. 2. Przebieg fermentacji propionowej z wykorzystaniem czystego glicerolu jako źródła węgla.

Fig. 2. Propionic acid fermentation process, in which pure glycerol was used as a source of carbon.



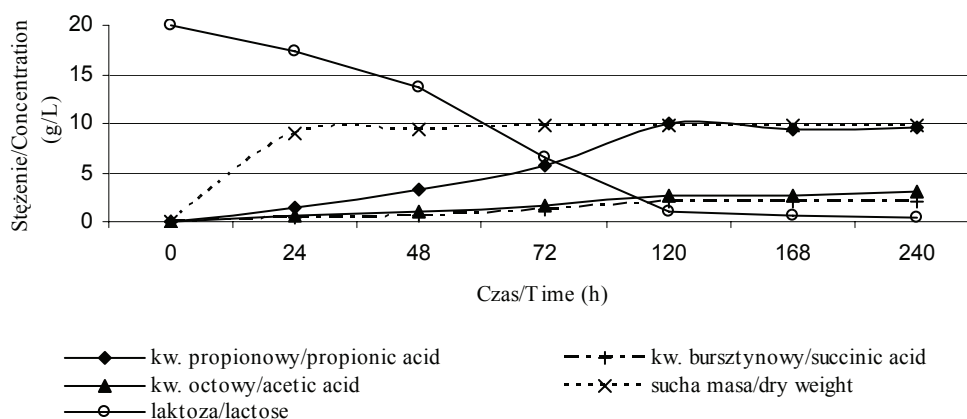
Rys. 3. Przebieg fermentacji propionowej z wykorzystaniem glicerolu odpadowego jako źródła węgla.

Fig. 3. Propionic acid fermentation process, in which pure crude glycerol was used as a source of carbon.

Hodowla bakteryjna prowadzona na pożywce z glicerolem odpadowym (rys. 3) charakteryzowała się zbliżonym przebiegiem, jak w przypadku hodowli z zastosowa-

niem czystego glicerolu. Całkowite odfermentowanie substratu zaobserwowano w 120. h. W tym czasie biosynteza kwasu propionowego ustabilizowała się na poziomie ok. 11,6 g/l hodowli. Ilość kwasu bursztynowego wynosiła wówczas ok. 3,5 g/l, a octowego ok. 0,7 g/l. Wydajność produkcji kwasu propionowego wynosiła 0,56 g/g glicerolu odpadowego.

Całkowite wykorzystanie laktozy w czasie trwania procesu fermentacji propionowej z zastosowaniem serwatki stwierdzono w 120. h prowadzenia eksperymentu (rys. 4). W tym czasie również zakończyła się biosynteza kwasu propionowego na poziomie ok. 10 g/l. W przedstawionym wariantcie doświadczeń zaobserwowano inny profil tworzenia się pozostałych kwasów organicznych. Zaobserwowano wyrównanie proporcji pomiędzy kwasem bursztynowym i octowym, których ilość wynosiła średnio 2,5 g/l. Wydajność procesu tworzenia się kwasu propionowego w przeliczeniu na gram substratu wyniosła wówczas 0,5 g.

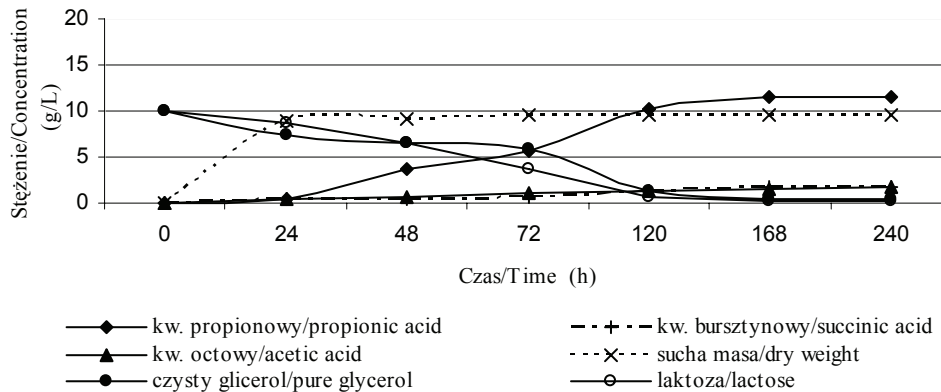


Rys. 4. Przebieg fermentacji propionowej z wykorzystaniem laktozy zawartej w serwatce jako źródła węgla.

Fig. 4. Propionic acid fermentation process, in which lactose contained in whey was used as a source of carbon.

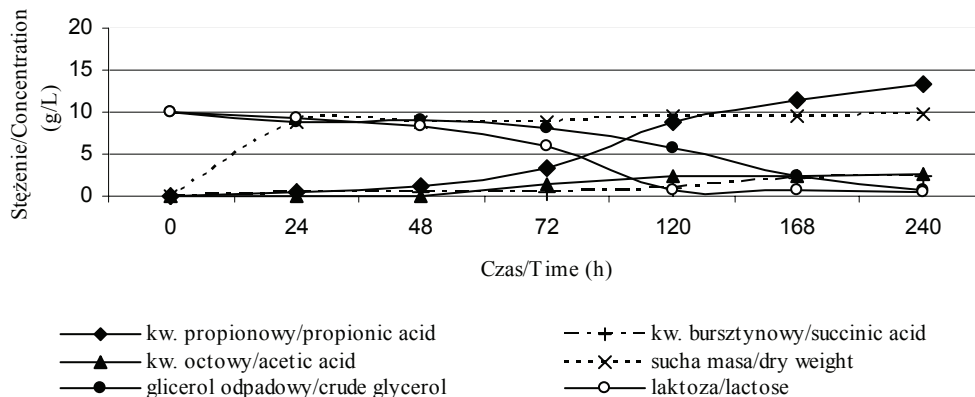
W doświadczeniach prowadzonych z wykorzystaniem serwatki i czystego glicerolu jako źródeł węgla całkowite zużycie substratów zakończyło się w 120. h hodowli (rys. 5). W tym czasie drobnoustroje *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* 1 zsyntetyzowały ok. 10 g/l kwasu propionowego. Wydajność produkcji tego kwasu wynosiła wówczas 0,5 g/g substratu. Zachował się również równy stosunek pomiędzy syntezą kwasu bursztynowego i octowego (średnio 1,5 g/l). W prezentowanym eksperymencie zaobserwowano, że do 24. h trwania procesu drobnoustroje preferencyjnie wykorzystywały glicerol jako źródło węgla, przy niewielkim odfermentowaniu laktozy. Od 24. do 72. h trwania eksperymentu ilość glicerolu w medium hodowlanym była

wartością stałą. W tym czasie bakterie pobierały związki odżywcze z laktozy. Całkowite wyczerpanie obu źródeł węgla nastąpiło w 120. h trwania procesu.



Rys. 5. Przebieg fermentacji propionowej z wykorzystaniem czystego glicerolu i laktozy zawartej w serwatce jako źródła węgla.

Fig. 5. Propionic acid fermentation process, in which pure glycerol and lactose contained in whey were used as a source of carbon.



Rys. 6. Przebieg fermentacji propionowej z wykorzystaniem glicerolu odpadowego i laktozy zawartej w serwatce jako źródła węgla.

Fig. 6. Propionic acid fermentation process, in which crude glycerol and lactose contained in whey were used as a source of carbon.

W przypadku zastosowania pożywki, w której serwatkę zmieszano z glicerolem odpadowym, całkowite wyczerpanie źródeł węgla nastąpiło dopiero w 240. h trwania procesu. W tym wariancie doświadczeń zaobserwowano jednak szybsze odfermentowanie laktozy (120 h) niż glicerolu (240 h) (rys. 6). Kwas propionowy był wytwarzany aż do wyczerpania glicerolu i w 240. h jego produkcja wynosiła 13,2 g/l hodowli. Wy-

dajność procesu wynosiła wówczas 0,66 g/g substratu. W tym wariancie eksperymentów, stosunek kwasu bursztynowego do octowego był równy, a ilość tych kwasów kształtowała się na poziomie 2,5 g/l.

Porównanie profili syntetyzowanych kwasów organicznych w momencie całkowitego odfermentowania stosowanych źródeł węgla przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Profil biosyntezy kwasów organicznych przez *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* 1 z wykorzystaniem różnych źródeł węgla w momencie całkowitego zużycia substratów.

Profile of organic acids biosynthesis by *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* 1 using various sources of carbon at a point where substrates were fully consumed.

Substrat Substrate	Czas całkowitego zużycia substratu Time of total consumption of substrate [h]	Stężenie / Concentration [g/l]				
		Kwas propionowy Propionic acid	Kwas octowy Acetic acid	Kwas bursztynowy Succinic acid	Sucha masa Dry weight	Wydajność kwasu propionowego Yield of propionic acid [g/g substr.] [g/g of substrate]
1	48	10,23 ^a	2,44 ^c	0,44 ^a	10,59 ^c	0,51 ^a
2	120	13,75 ^b	0,23 ^a	3,47 ^e	10,73 ^d	0,68 ^b
3	120	11,16 ^a	0,99 ^b	3,47 ^e	10,62 ^{cd}	0,56 ^a
4	120	10,02 ^a	2,67 ^c	1,96 ^c	9,85 ^b	0,50 ^a
5	120	10,11 ^a	1,33 ^b	1,30 ^b	9,59 ^a	0,50 ^a
6	240	13,22 ^b	2,65 ^c	2,49 ^d	9,64 ^a	0,66 ^b

Objaśnienia: / Explanatory notes:

1- glukoza / glucose; 2- czysty glicerol / pure glycerol; 3- glicerol odpadowy / crude glycerol; 4- laktoza z serwatki / lactose from whey; 5- laktoza z serwatki i czysty glicerol / lactose from whey and pure glycerol; 6- laktoza z serwatki i glicerol odpadowy / lactose from whey and crude glycerol;

a-e – różnice statystycznie istotne na poziomie $\alpha = 0,05$ / statistically significant differences at $\alpha = 0.05$.

Przekształcenie glicerolu w szlaku glikolitycznym do fosfoenolopirogronianu lub pirogronianu powoduje wytworzenie podwójnej ilości redukujących ekwiwalentów w porównaniu z ilością, która powstałaby podczas metabolizmu glukozy lub ksylozy. Glicerol dostarcza więc więcej energii do dalszych przemian [12, 13]. Ze względu na wyższy stopień redukcji glicerolu, w porównaniu z glukozą, przyjęto hipotezę, że bakterie propionowe będą łatwiej fermentować glicerol i syntetyzować większe ilości kwasu propionowego [1]. Podstawą konstrukcji hipotezy przyjętej w niniejszej pracy były badania własne oraz wcześniejsze badania wykonane przez Himmi i wsp. [5],

którzy w roku 2000 opublikowali wyniki podobnych doświadczeń. Himmi i wsp. [5], wykorzystując w procesie fermentacji okresowej drobnoustroje *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* ATCC 9614 oraz glicerol jako źródło węgla zaobserwowali 45 % wzrost wydajności procesu w porównaniu z hodowlą prowadzoną na glukozie. W niniejszej pracy wykazano zbliżoną zależność. Produkcja kwasu propionowego na czystym glicerolu była o 34 % wyższa niż w przypadku zastosowania glukozy jako źródła węgla. W pozostałych eksperymentach nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic wydajności procesu fermentacji w porównaniu z hodowlą prowadzoną na glukozie, z wyjątkiem wariantu, w którym glicerol odpadowy zmieszano z serwatką. W tym przypadku długi czas fermentacji (240 h) wpływa jednak na niekorzyść tego rozwiązania. Uzyskane wyniki świadczą również o tym, że zastosowane surowce odpadowe zawierają substancje, które powodują spowolnienie przebiegu fermentacji propionowej. Fakt, że substraty te są znacznie tańsze niż glukoza, mogą stanowić alternatywę do produkcji kwasu propionowego na drodze mikrobiologicznej.

W przedstawionych badaniach stwierdzono zmiany profilu powstawania kwasów organicznych w zależności od zastosowanego źródła węgla. W przypadku hodowli prowadzonej na czystym glicerolu, glicerolu odpadowym lub czystym glicerolu z serwatką, ilość powstałego kwasu octowego była odpowiednio o 90, 60 i 45 % mniejsza niż na glukozie (2,44 g/l). Podobnym profilem powstawania kwasu octowego (2,67 g/l) w stosunku do glukozy cechowała się hodowla, w której zastosowano inny cukier prosty – laktozę. Himmi i wsp. [5], przy wykorzystaniu bakterii *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* ATCC 9614 oraz *Propionibacterium acidipropionici* ATCC 25562, zaobserwowali produkcję kwasu octowego o 50 % mniejszą na glicerolu niż glukozie, co potwierdziło wyniki przedstawione w niniejszej pracy. Zbliżoną zależność otrzymali także inni badacze [1]. Taki profil fermentacji wynika z konieczności utrzymania przez komórki bakteryjne potencjału redox w równowadze [3]. Otrzymane wyniki są istotne z punktu widzenia technologii pozyskiwania kwasu propionowego. Ekstrakcja tego kwasu przez destylację jest silnie hamowana obecnością kwasu octowego. Niskie stężenia tego kwasu, uzyskane przy wykorzystaniu glicerolu jako źródła węgla w pożywce, znacząco zwiększa efektywność procesu destylacji i upraszcza jego procedurę [1].

Perspektywy wykorzystania czystego glicerolu lub glicerolu odpadowego w procesach mikrobiologicznych są atrakcyjne, lecz wymagają dalszych badań dotyczących przede wszystkim doboru szczepów (ewentualnych ich modyfikacji genetycznych), dokładnego poznania szlaków metabolicznych glicerolu oraz optymalizacji warunków hodowli. Substrat ten może w przyszłości stanowić dobrą alternatywę konwencjonalnych źródeł węgla, takich jak węglowodany, które są powszechnie stosowane w procesach fermentacyjnych.

Wnioski

1. Zastosowanie w procesie biosyntezy kwasu propionowego surowców odpadowych, takich jak glicerol lub serwatka, jako źródeł węgla jest dobrą alternatywą w stosunku do konwencjonalnych odpowiedników np. glukozy.
2. Najwyższą produkcją kwasu propionowego stwierdzono w hodowli prowadzonej na czystym glicerolu i była ona o 34 % większa w porównaniu z hodowlą, w której wykorzystano glukozę jako źródło węgla.
3. W przeprowadzonych doświadczeniach wykazano wydłużenie czasu potrzebnego do utylizacji surowców odpadowych i osiągnięcia maksymalnej produkcji kwasu propionowego w porównaniu z hodowlą prowadzoną na glukozie.
4. Zaobserwowano zmiany profilu powstawania kwasów organicznych w zależności od zastosowanego źródła węgla w pożywce. Przy wykorzystaniu surowców odpadowych produkcja kwasu octowego była średnio o 60 % mniejsza w porównaniu z hodowlą suplementowaną glukozą.

Podziękowania

Autorzy składają podziękowania Panu prof. Waldemarowi Rymowiczowi z Katedry Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, za udostępnienie do badań odpadowego glicerolu.

Literatura

- [1] Barbirato F., Chedaille D., Bories A.: Propionic acid fermentation from glycerol: comparison with conventional substrates. *Appl. Microbiol., Biotechnol.*, 1997, **47**, 441-446.
- [2] Białecka A.: Chorobotwórczość i diagnostyka bakterii z rodzaju *Propionibacterium*. *Diagnosta Laboratoryjny*, 2005, **1 (6)**, 16-19.
- [3] Erickson L.E., Minkevich I.G., Eroshin V.K.: Utilization of mass-energy balance regularities in the analysis of continuous-culture data. *Biotechnol. Bioeng.*, 1979, **21**, 575-591.
- [4] Gaca J.: Faza glicerynowa po produkcji biodiesla- odpad czy cenny surowiec? *Czysta Energia*, 2006, **11**, 34-35.
- [5] Himmi E.H., Bories A., Boussaid A., Hassani L.: Propionic acid fermentation of glycerol and glucose by *Propionibacterium acidipropionici* and *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2000, **53**, 435-440.
- [6] Markowska J.: Rynek biomasy i biopaliw w Polsce. *Przem. Spoż.* 2007, **7**, 19-21.
- [7] Paściak M., Mordarska H.: Rodzaj *Propionibacterium*- heterogenność taksonomiczna i biologiczna. *Post. Mikrobiol.*, 1999, **38 (3)**, 245-255.
- [8] Pędziwilk F.: A simple plating method for the isolation and enumeration of *Propionibacteria*. *Acta Alim. Pol.*, 1975, **25**, 127-130.
- [9] Razavi-Rohani S.M., Griffiths M.W.: Antifungal effects of sorbic acid and propionic acid at different pH and NaCl conditions. *J. Food Safety*, 1999, **19 (2)**, 109-120.
- [10] Silva G.P., Mack M., Contiero J.: Glycerol: a promising and abundant carbon source for industrial microbiology. *Biotech. Adv.* 2009, **27**, 30-39.

- [11] Vale M.M, Menten J.F.M., Morais S.C.D., Brainer M.M.A.: Mixture of formic and propionic acid as additives in broiler feeds. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 2004, **61** (4), 371-375.
- [12] Willke T., Vorlop K.-D.: Industrial bioconversion of renewable resources as an alternative to conventional chemistry. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2004, **66**, 131-142.
- [13] Yazdani S.S., Gonzalez R.: Anaerobic fermentation of glycerol: a path to economic viability for the biofuels industry. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 2007, **18**, 213-219.

POSSIBILITIES OF WASTES UTILIZATION IN THE PROPIONIC ACID FERMENTATION PROCESS

Summary

The constant growth of the bio-diesel production potential in Poland, estimated to be *ca.* 1 MM tones in 2010, will result in the accumulation of *ca.* 300,000 tonnes of waste glycerol (as waste product) per year; when selling it, the price of bio-diesel will be impacted. A solution to this problem could be to apply a crude or partially refined glycerol as a component of the medium for micro-organisms producing commercially useful metabolites.

In this paper, the potential was studied of utilizing pure glycerol, crude glycerol, and whey (a dairy industry waste) as a source of carbon in the biosynthesis process of propionic acid run by *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*. Furthermore, the efficiency of the process with a culture on standard medium was compared with the process with a propionic bacteria culture.

Based on the analysis performed, it was found that the highest concentration of propionic acid (13.7 g/l) was obtained when a medium with pure glycerol as a source of carbon was applied. With other carbon sources applied: crude glycerol, whey, and their combination, the propionic acid production level was similar to the results obtained using a conventional source of carbon, i.e. glucose, and amounted to 10.5 g/l on average. It was also found that with the waste sources used, the fermentation time was extended. Under those conditions, a change in the profile of organic acids being synthesised was reported, too.

Key words: glycerol, crude glycerol, whey, propionic acid fermentation ☒

DOROTA ZARĘBA

PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH MLEKA SOJOWEGO FERMENTOWANEGO RÓŻNYMI SZCZEPAMI BAKTERII FERMENTACJI MLEKOWEJ

Streszczenie

W pracy określono wpływ użytej kultury starterowej, czasu przechowywania, zmiany pH oraz dodatku glukozy na skład kwasów tłuszczowych fermentowanego mleka sojowego. Za pomocą chromatografu gazowego sprzężonego ze spektrometrem masowym GCMS, w badanych modelowych jogurtach sojowych zidentyfikowano następujące kwasy tłuszczowe: laurynowy (C12), palmitynowy (C16), palmitoleinowy (C16:1 n-9), margarynowy (C17), nonadekanowy (C19), oleinowy (C18:1 n-9), wakcenyowy (C18:1 n-11), linolowy (C18:2 n-9, n-12), arachidowy (C20) oraz α -linolenowy (C18:3 n-9, n-12, n-15). Dominującymi kwasami jogurtów sojowych były: linolowy (C18:2 n-9, n-12), oleinowy (C18:1 n-9), palmitynowy (C16:0) i α -linolenowy (C18:3 n-9, n-12, n-15). Wykazano istotny wpływ czasu przechowywania na profil kwasów tłuszczowych. Nie wykazano statystycznie istotnego wpływu rodzaju kultury i dodatku glukozy na zawartość analizowanych kwasów. Dodatek glukozy istotnie wpłynął na wartość pH i przyczynił się do zmniejszenia aktywności biochemicznej mikroflory, co poskutkowało brakiem zmian zawartości kwasów.

Słowa kluczowe: mleko sojowe, fermentacja, kwasy tłuszczowe

Wstęp

Soja, w porównaniu z innymi nasionami strączkowych i ziaren zbóż, zawiera duże ilości tłuszczu. Tłuszcz naturalnie obecny w soi i w produktach na bazie soi takich, jak: tofu, mleko sojowe, pełnotłusta mąka i olej sojowy, jest uznawany za tłuszcz o właściwościach odżywczych dla organizmu człowieka. W przybliżeniu 50 % tłuszczu zawartego w soi stanowi kwas linolowy, czyli kwas wielonienasycony, który jest odpowiedzialny za obniżanie poziomu „złego” cholesterolu we krwi. W dodatku, olej sojowy może zawierać ok. 8 % kwasu α -linolenowego, który jest określany jako kwas omega-3, niezbędny dla zdrowia człowieka i obniżający ryzyko chorób serca.

Mgr inż. D. Zaręba, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-787 Warszawa

Najczęściej spożywanymi produktami wytworzonymi z soi są produkty fermentowane. Jednym z problemów związanych z akceptacją produktów sojowych jest ich smak oraz obecność oligosacharydów wywołujących nadprodukcję dwutlenku węgla, wodoru i metanu w czasie trawienia w dolnych partiach układu pokarmowego [12, 16]. Badania nad sojowymi produktami fermentowanymi potwierdzają zmniejszenie zawartości wyżej wymienionych cukrów w wyniku aktywności bakterii fermentacji mlekowej. Hou i wsp. [7] wykazali aktywność β -galaktozydazy i β -D-galaktozydazy bifidobakterii wobec rafinozy i stachiozy prowadzącą do rozkładu tych cukrów i wzrostu zawartości cukrów prostych. Powstałe cukry proste są rozkładane przez jelitowy układ enzymatyczny bez wytworzenia gazów. Ponadto dodatek probiotycznych szczepów bakterii rodzaju *Bifidobacterium* oraz bakterii mlekowych zwiększa funkcjonalność i wartość odżywczą produktu. W badaniach nad rozkładem oligosacharydów przez cztery różne szczepy probiotyczne rodzaju *Bifidobacterium* Tsangalis i wsp. [15] wykazali rozkład heksanal i pentanal odpowiedzialnych za nieprzyjemny posmak, charakterystyczny dla soi.

W suchej masie ziarna soi zawarte jest około 40 % białka i 20 - 25 % lipidów w zależności od rodzaju i warunków klimatycznych podczas wzrostu. W skład lipidów wchodzi triacyloglicerole i fosfolipidy takie, jak: lecytyna, fosfatydyloetanolamina, fosfatydyloinozytol i fosfatydyloseryna. W skład triacylogliceroli wchodzi różna kompozycja kwasów tłuszczowych. Cechą charakterystyczną profilu kwasów tłuszczowych ziaren soi jest proporcjonalnie wysoka zawartość kwasu linolowego (4 - 10 %). Ponadto wykazano obecność następujących kwasów tłuszczowych nasyconych: C10:0, C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C20:0, C22:0 i nienasyconych: C16:1, C18:1, C18:2, C18:3, C20:1. Oprócz wymienionych wyżej lipidów, w soi obecne są, na poziomie 0,2 - 0,4 %, fitosterole takie, jak: kampesterol, sigmasterol, β -sitosterol i avenasterol w stosunku 3 : 1 : 2 : 2 [4]. Proces pozyskiwania mleka sojowego z ziaren soi powoduje 10-krotne zmniejszenie zawartości poszczególnych składników. W mleku sojowym znajduje się około 4 % białka i 2,0 - 2,2 % tłuszczu ogółem w tym około 0,21 % kwasów nasyconych, 0,32 % jednonienasyconych i 0,82 % wielonienasyconych [13].

Celem pracy była ocena zmiany profilu kwasów tłuszczowych w fermentowanym, za pomocą różnych rodzajów kultur jogurtowych, mleku sojowym w zależności od stężenia glukozy i czasu przechowywania produktu.

Material i metody badań

Do produkcji jogurtów sojowych użyto trzech kultur starterowych: YC-X11 (Chr. Hansen), YC-X16 (Chr. Hansen) i YOA (Bart) zawierających różne szczepy i różną koncentrację bakterii jogurtowych z gatunków *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Str.*

thermophilus, którymi zaszczepiono mleko sojowe i inkubowano w temp. 37 °C przez 5 h. Przed inkubacją do mleka sojowego dodawano glukozę (w ilości 0 lub 4 %) w celu ułatwienia bakteriom przeprowadzenia fermentacji. Po zakończeniu fermentacji jogurty sojowe przechowywano w temp. 6 °C przez 4 tygodnie.

Oznaczanie liczby żywych komórek wykonano metodą płytkową z wykorzystaniem podłoża agarowych M17 i MRS (Merck). Płytki z posiewami *Str. thermophilus* inkubowano tlenowo w temp. 37 °C/48 h. Płytki z posiewami bakterii beztlenowych (*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) inkubowano w anaerostatach zapewniających warunki beztlenowe w temp. 37 °C/48 h.

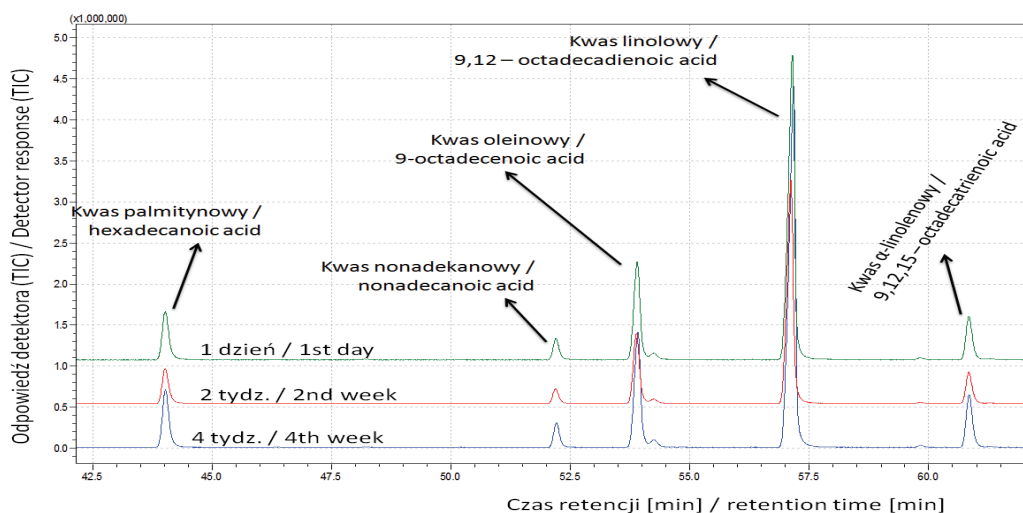
Analizę profilu kwasów tłuszczowych prowadzono w chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrem masowym GCMS-QP20105 (Shimadzu), przy użyciu autosamplera model AOC-20i (Shimadzu) i kolumny kapilarnej BPX 90, polarnej o rozmiarach: 60 m/0,25 µm/0,25 mm. Warunki pracy GC: temp. komory nastrzykowej 230 °C, nastrzyk w trybie split (1 : 25), początkowa temp. pracy kolumny: 80 °C, czas 2 min, szybkość wzrostu temperatury 1,60 °C/min, do temp. końcowej 210 °C, czas izotermy końcowej 5 min. Jako nośnika używano helu przy przepływie liniowym o prędkości 0,76 cm³×min⁻¹. Warunki pracy MS: temp. źródła jonów 200 °C, temp. linii łączącej GCMS 200 °C, jonizacja elektronowa o energii 70eV, napięcie detektora 0,2 kV, zakres przemieszczania filtru kwadropulowego 50–450 m/z. Ekstrakcja związków kwasów tłuszczowych: do 3 g próbki dodano 0,2 cm³ roztworu standardu wewnętrznego (ester metylowy kwasu pentadekanowego 1 mg×cm⁻³) i 5 cm³ mieszaniny ekstrahującej – chloroform w metanolu (2 : 1). Po dokładnym wymieszaniu próbki wirowano przez 5 min z prędkością 8000 obr./min. Zbierano 1 cm³ dolnej warstwy, którą następnie przesączano przez bezwodny siarczan sodu do mikrofiolki. Uzyskany przesącz odparowywano pod azotem. Do zagęszczonego ekstraktu dodawano 1,5 cm³ heksanu i 0,5 cm³ mieszaniny metylującej (wodorotlenku potasu w metanolu), po wymieszaniu inkubowano przez 20 min w temp. 38 °C. Z utworzonej warstwy górnej pobierano 0,5 cm³ do mikrofiolki i rozcieńczano 1 cm³ heksanu, a następnie poddawano analizie w GCMS. Identyfikacji kwasów tłuszczowych dokonywano na podstawie widm spektrów masowych, które porównano z bibliotekami WILEY7N2, NIST147 i PAL600K oraz na podstawie wartości czasu retencji ze standardem zewnętrznym GLC 674 zawierającym kwasy C4-C24.

Analizę statystyczną (jednoczynnikową i wieloczynnikową ANOVA przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$) przeprowadzono używając programu komputerowego Statgraphics Plus 4.1.

Wyniki i dyskusja

Zgodność badań naukowych odnośnie zależności pomiędzy udziałem nasyconych kwasów tłuszczowych i występowaniem chorób serca oraz naczyń krwionośnych jest

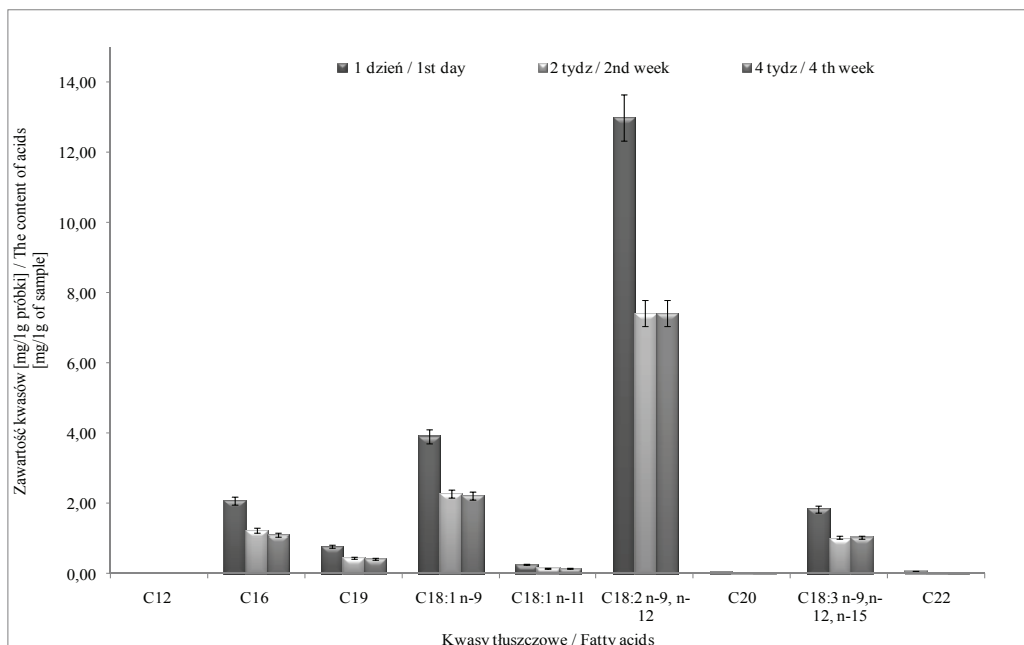
podstawą prowadzenia badań nad zmianą składu kwasów tłuszczowych żywności. Tamine i Robinson [14] opisali badania dotyczące wzbogacania jogurtów mlecznych olejami roślinnymi, w tym także olejem sojowym, w celu podwyższenia zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych. Dlatego w tej pracy podjęto badania składu kwasów tłuszczowych jogurtów otrzymanych na bazie mleka sojowego oraz wpływu kultur jogurtowych, czasu, zmiany kwasowości oraz dodatku glukozy na ich poziom.



Rys. 1. Fragment chromatogramu obrazującego różnice zawartości kwasów tłuszczowych w próbce YC-X16, w czasie czterech tygodni przechowywania.

Fig. 1. Fragment of chromatogram presenting differences in fatty acids contents in YC-X16 sample during four weeks of storing.

W badanych modelowych próbkach jogurtów sojowych zidentyfikowano następujące kwasy tłuszczowe: (C12) laurynowy, (C16) palmitynowy, (C16:1 n-9) palmitoleinowy, (C17) margarynowy, (C19) nonadekanowy, (C18:1 n-9) oleinowy, (C18:1 n-11) wakceny, (C18:2 n-9, n-12) linolowy, (C20) arachidowy oraz (C18:3 n-9, n-12, n-15) α -linolenowy, co jest zgodne z danymi literaturowymi (rys. 1) [6].



Rys. 2. Profil kwasów tłuszczowych w mleku sojowym fermentowanym kulturą YC-X11

Fig. 2. Fatty acid profile of soy milk fermented by YC-X11 starter culture.

Wyniki analizy składu kwasów tłuszczowych potwierdziły obecność znacznych ilości kwasów o długości łańcucha C16:0 - C22:0. Dominującymi kwasami jogurtów sojowych były odpowiednio: linolowy (C18:2 n-9, n-12), oleinowy (C18:1 n-9), palmitynowy (C16:0) i α -linolenowy (C18:3 n-9, n-12, n-15), (rys 2 - 7). Kwasów o niższej liczbie atomów węgla nie wykazano, gdyż badania prowadzono na ekstrakcie wodnym z ziaren soi. W czasie pozyskiwania ekstraktu z ziaren soi początkowa zawartość składników zmniejsza się ok. 10 razy. Dlatego, proporcjonalnie do ilości początkowej, mogą być tracone kwasy tłuszczowe krótkołańcuchowe.

Mała zawartość lub brak kwasów tłuszczowych krótkołańcuchowych może być również związana z aktywnością lipolityczną bakterii rodzaju *Lactobacillus* i *Streptococcus*. Bakterie fermentacji mlekowej (szczególnie z rodzajów *Lactococcus* i *Lactobacillus*) są uważane za słabo lipolityczne w porównaniu z bakteriami rodzajów takich, jak: *Pseudomonas*, *Acinetobacter* i *Flavobacterium*. Ich znaczną aktywność lipolityczną najczęściej obserwuje się podczas dojrzewania serów podpuszczkowych. Są prawdopodobnie odpowiedzialne za uwalnianie znacznych ilości krótkołańcuchowych wolnych kwasów tłuszczowych wpływających na cechy sensoryczne produktu [17, 19]. Lipazy i esterazy bakterii fermentacji mlekowej są enzymami wewnątrzkomórkowymi, dlatego długi czas dojrzewania i następująca w tym czasie liza komórek umożliwiają

ich większą aktywność lipolityczną w czasie długotrwałego dojrzewania, co ma miejsce przy produkcji serów dojrzewających, a czego nie obserwuje się w napojach fermentowanych [11].

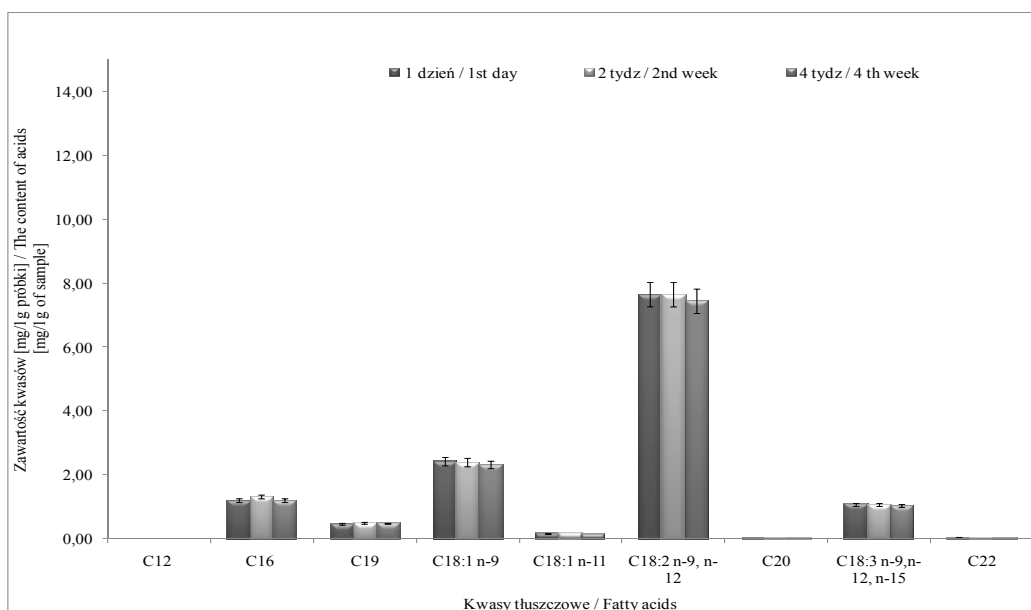
Bakterie fermentacji mlekowej mają esterazy i lipazy zdolne hydrolizować szereg estrów wolnych kwasów tłuszczowych, tri-, di- i monoacylogliceroli. Enzymy te są głównymi czynnikami lipolitycznymi w serach dojrzewających. Bakterie z rodzaju *Lactobacillus* (*Lb. helveticus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* i *Lb. acidophilus*) wykazują aktywność esterolityczną wobec substratów o długości do C5:0. Najwyższą aktywnością odznaczają się dwa ostatnie gatunki. Żaden z powyższych gatunków nie hydrolizuje estrów o- oraz p-nitrofenolu i kwasów tłuszczowych o parzystej liczbie od 6 do 14 atomów węgla. Maksymalna aktywność lipolityczna enzymów uzyskanych w wyniku lizy komórek *Lb. casei* subsp. *casei* LLG została zaobserwowana przy pH równym 7,2 i w temp. 37 °C. *Lb. fermentum*, wchodzące w skład startera używanego w wyrobie sera Parmezan zawierają esterazę związaną z powierzchnią komórki, specyficzną wobec substratu o długości C4:0, która może hydrolizować estry β -naftolu i kwasów tłuszczowych o długości 2 - 10 atomów węgla. Wewnątrzkomórkowa lipaza szczepu *Lb. plantarum* wyizolowanego z sera Cheddar ma masę cząsteczkową $65 \cdot 10^3$ Da i wykazuje optimum aktywności przy pH równym 7,5 i temp. 35 °C. Jest ona stabilna w temp. do 65 °C, zaś ogrzewanie w 75 °C przez 2 min powoduje jej nieodwracalną inaktywację. Enzym ten wykazuje najwyższą aktywność wobec tributyriny, mniejszą wobec trilaurynianu oraz tripalmitynianu, a żadnej wobec trioleinianu glicerolu. Profile *sn*-2-monoacylogliceroli po hydrolizie wykazały, że wytworzone zostały *sn*-2-monoacyloglicerole z kwasami tłuszczowymi o długości C14:0-C18:1, a te które zawierały kwasy o długości mniejszej niż C14:0 zostały zhydrolizowane [1].

Streptococcus thermophilus produkują trzy wewnątrzkomórkowe esterazy, z których dwie zostały oznaczone jako esteraza I i esteraza II. Ich masy cząsteczkowe wynoszą odpowiednio około $34 \cdot 10^3$ i $60 \cdot 10^3$ Da. Esteraza I hydrolizuje estry p-nitrofenolu i kwasów tłuszczowych o długości 2 - 8 atomów węgla, a esteraza II hydrolizuje podobne estry, ale zawierające kwasy tłuszczowe o długości 2 - 6 atomów węgla. Esteraza I była testowana też na zdolność hydrolizy szeregu substratów glicerolowych. Może ona hydrolizować di- oraz monoacyloglicerole zawierające kwasy tłuszczowe do C14:0 [2].

Należy zaznaczyć, że dominującym rodzajem bakterii wszystkich kultur użytych w tych badaniach był *Streptococcus* (tab. 1), a jak wiadomo, paciorkowce mlekowe wykazują wyższą aktywność lipolityczną niż pałeczki mlekowe. Doniesienia naukowe wykazują sukcesywną redukcję liczby żywych komórek bakterii mlekowych pod wpływem chłodniczego przechowywania i tym samym ich lizę i uwalnianie wewnątrz-

komórkowych enzymów lipolitycznych [3]. Tym dodatkowo można tłumaczyć obecność w profilu tylko kwasów o długości łańcucha powyżej C16.

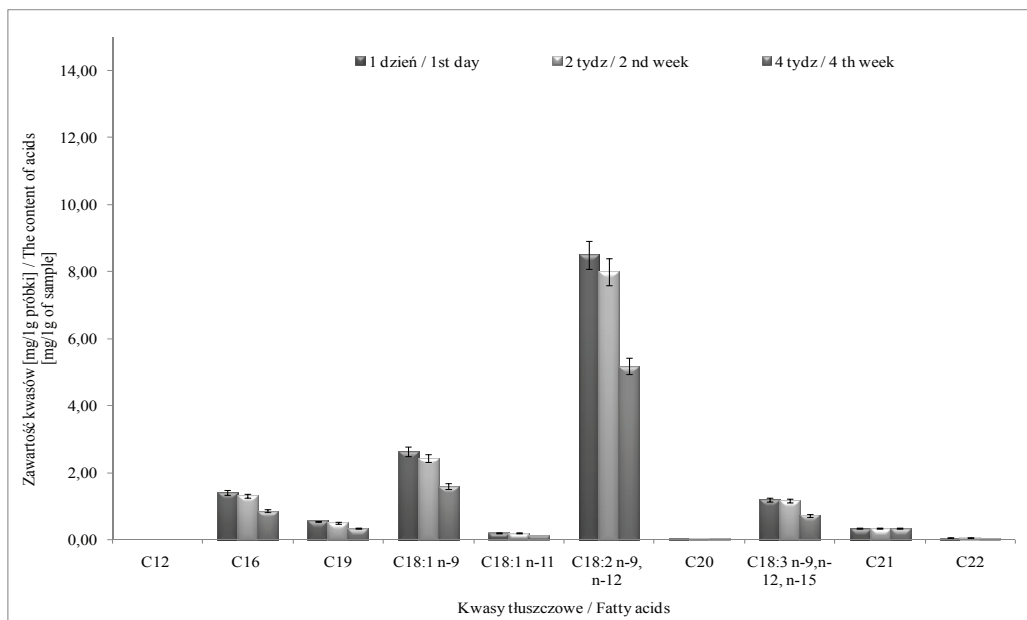
Wykazano istotny wpływ czasu przechowywania na zawartość kwasów tłuszczowych. Zmiany te są obserwowane w próbkach YC-X11 i YC-X16 (p -value = 0,0001). W próbce YC-X11 odnotowano zmniejszenie zawartości kwasu linolowego o 6,58 mg/1g i kwasu oleinowego o 1,65 mg/1g (rys. 2).



Rys. 3. Profil kwasów tłuszczowych w mleku sojowym z dodatkiem glukozy, fermentowanym kulturą YC-X11.

Fig. 3. Fatty acid profile of soy milk with glucose added and fermented by YC – X11 starter culture.

Redukcję zawartości kwasu linolowego zaobserwowano także w próbce YC-X16 między 2. i 4. tygodniem przechowywania - z poziomu 8 do 5,08 mg/g (rys. 4). Jak można zaobserwować na rys. 2. i 4. w obu próbkach nastąpiło również zmniejszenie zawartości pozostałych dominujących kwasów średnio o 35 % zawartości. Zmiany te mogą zależeć od wartości kwasowości czynnej (pH) obu próbek YC-X11 i YC-X16, której średnia wartość wynosiła 4,8 (rys. 8). Ponadto w obu próbkach zaobserwowano podobny stosunek liczby pałeczek do paciorkowców, z przewagą *Streptococcus* (tab. 1). Różnica pomiędzy liczbą pałeczek i paciorkowców w obu tych próbkach wynosiła ok. 4 cykle logarytmiczne, co mogło zwiększyć aktywność enzymatyczną w produkcji.

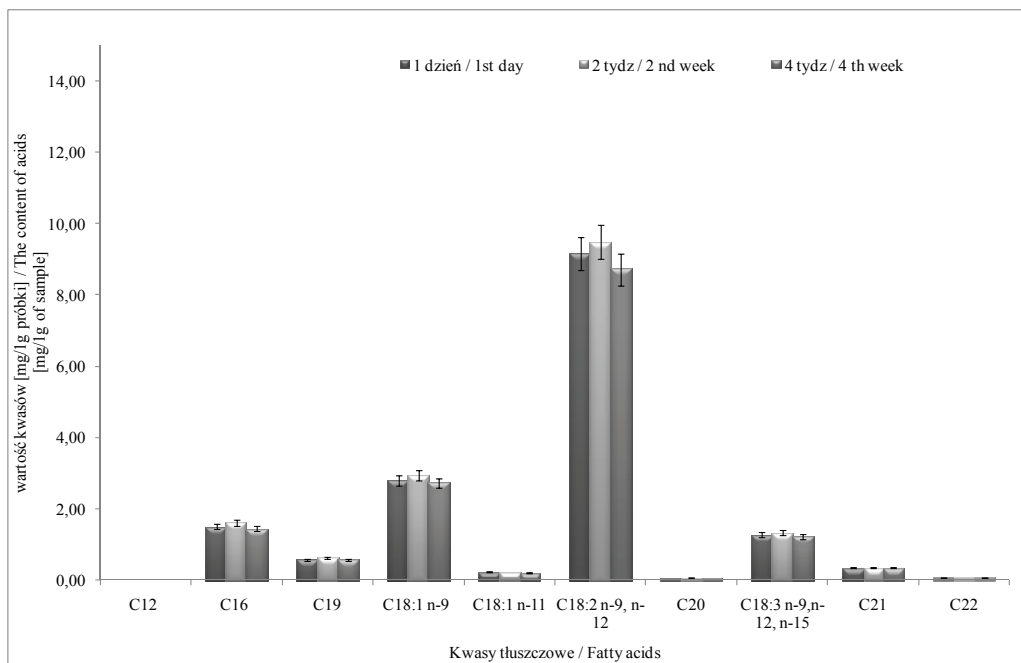


Rys. 4. Profil kwasów tłuszczowych w mleku sojowym fermentowanym kulturą YC-X16.

Fig. 4. Fatty acid profile of soy milk fermented by YC-X16 starter culture.

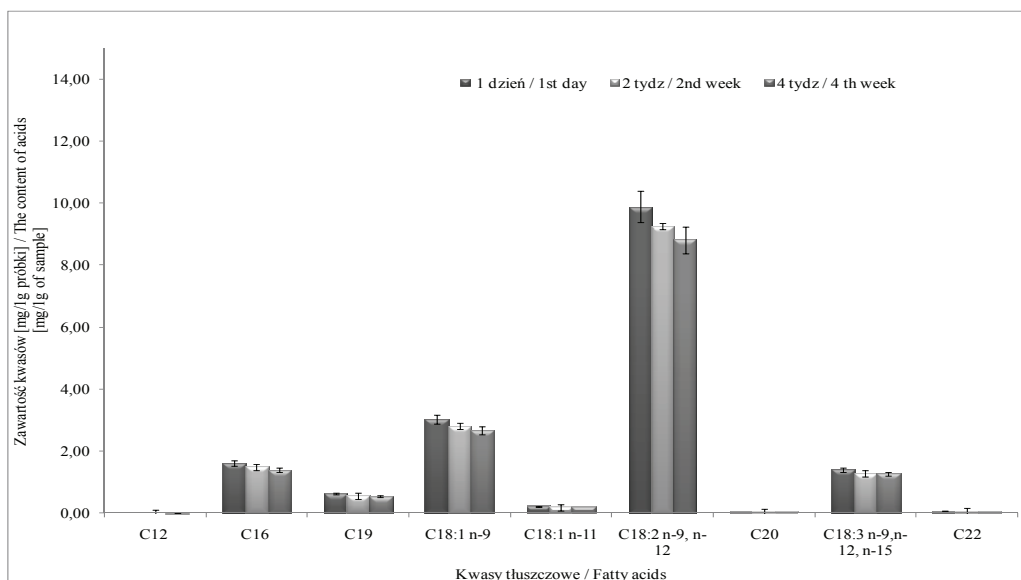
Jak dowodzą badania, asymilacja kwasów nienasyconych przez komórki bakterii mlekowych skutkuje zmianą profilu kwasów w bakteryjnej błonie komórkowej. Według danych literaturowych kwas C18:1 dodany do podłoża hodowlanego może być przekształcony do kwasu cyklopropanowego i wbudowany do błony komórkowej, czym można wytłumaczyć zmniejszenie zawartości kwasów w próbkach o stosunkowo najwyższych wartościach pH i tym samym o najmniejszym czynnikiem spowalniającym aktywność komórek bakteryjnych [8, 9, 10].

W niniejszej pracy zaobserwowano jednocześnie mniejsze przechowalnicze zmiany zawartości kwasów tłuszczowych lub brak tych zmian w próbce YOA i próbkach z dodatkiem glukozy, co można tłumaczyć zmniejszeniem wartości pH (rys. 6 i 7), o większym znaczeniu w porównaniu z wyżej opisywanymi próbkami (YC-X11 i YC-X16). Zmiana pH środowiska miała bezpośredni wpływ na aktywność biochemiczną mikroflory (rys. 8, tab. 1).



Rys. 5. Profil kwasów tłuszczowych w mleku sojowym z dodatkiem glukozy, fermentowanym kulturą YC-X16.

Fig. 5. Fatty acid profile of soy milk with glucose added and fermented by YC – X16 starter culture.



Rys. 6. Profil kwasów tłuszczowych w mleku sojowym fermentowanym kulturą YOA

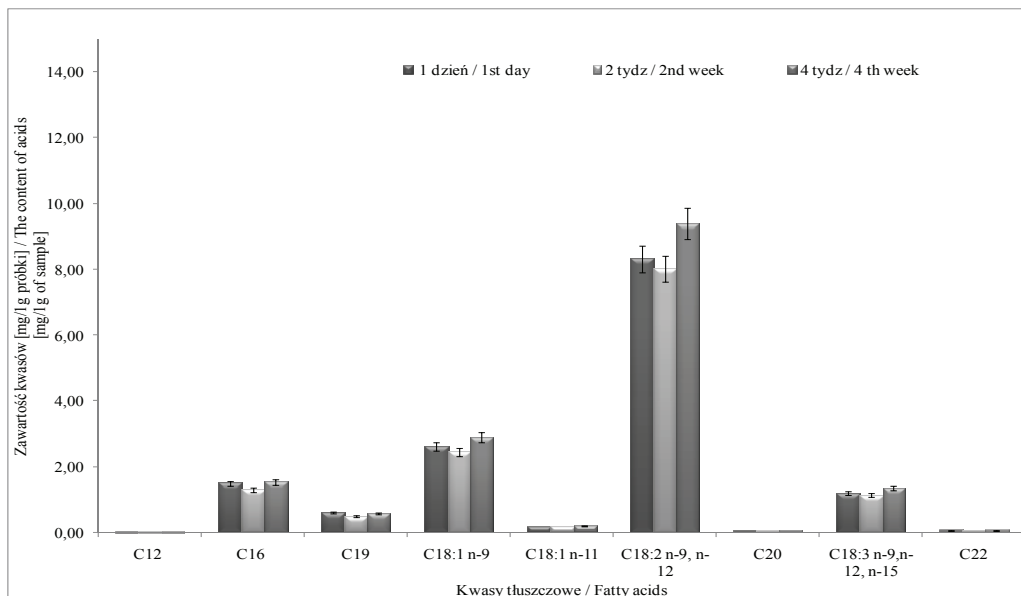
Fig. 6. Fatty acid profile of soy milk fermented by YOA starter culture.

Tabela 1

Przeżywalność bakterii w próbkach [\log jtk/cm³].
Viability of bacteria in samples [\log CFU/ml].

Kultura starterowa Starter culture	Przed fermentacją Before fermentation		Po 4h fermentacji After 4h ferment.		2 tydz / 2 nd week		4 tydz / 4 th week	
	<i>Str.</i>	<i>Lb.</i>	<i>Str.</i>	<i>Lb.</i>	<i>Str.</i>	<i>Lb.</i>	<i>Str.</i>	<i>Lb.</i>
YOA	8,57	5,76	8,9	6,17	8,68	5,95	8,80	6,85
YOA +G	8,57	5,76	9,11	6,12	8,88	6,20	8,95	6,48
YC X11	8,74	3,57	8,78	3,57	8,81	3,57	8,30	3,18
YC X11+G	8,74	3,85	8,74	3,85	8,97	3,85	8,40	3,70
YC X16	8,72	3,60	8,74	3,60	8,81	3,60	7,44	3,54
YCX16+G	8,72	4,24	8,65	4,24	8,68	4,24	7,40	3,40

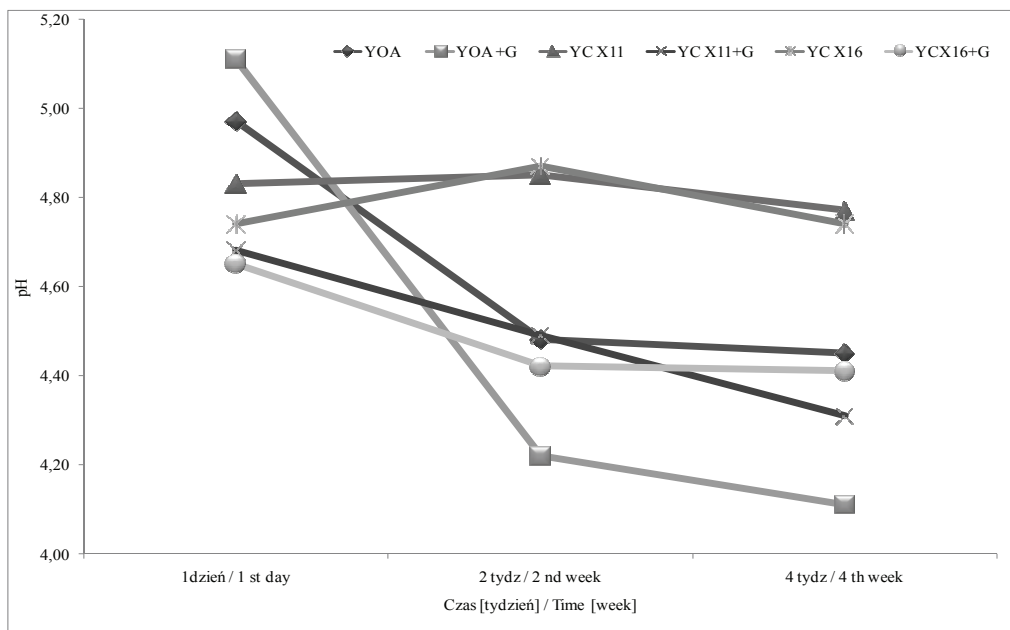
Dodatek glukozy istotnie (p -value = 0,0000) przyczynił się do obniżenia pH do wartości poniżej 4,6, co zaobserwowano w 2. tygodniu przechowywania w każdej próbce z dodatkiem glukozy (rys. 3, 5, 7 i 8). Wyjątkiem spośród próbek bez dodatku cukru była próbka fermentowana kulturą YOA, w której wartość pH wynosiła poniżej 4,6. Dla porównania, w próbce YOA+G (z glukozą) wartość pH w drugim tygodniu wynosiła 4,22, zaś po kolejnych dwóch tygodniach już 4,11.



Rys. 7. Profil kwasów tłuszczowych w mleku sojowym z dodatkiem glukozy fermentowanym kulturą YOA.

Fig. 7. Fatty acid profile of soy milk with glucose added and fermented by YOA starter culture.

Bezpośredni wpływ na różnice kwasowości próbek fermentowanych kulturą YOA z i bez dodatku cukru najprawdopodobniej miała liczebność mikroflory i mniejsza dysproporcja między liczbą pałeczek i paciorkowców w tej kulturze starterowej (tab. 1). Zmianę wartości pH mleka fermentowanego pod wpływem dodatku cukrów, jak i w czasie przechowywania, potwierdzają także wyniki innych badaczy [5, 18].



Rys. 8. Zmiany wartości pH w czasie czterotygodniowego przechowywania mleka sojowego.

Fig. 8. Changes in pH value during a four week period of storing soy milk.

Wnioski

1. Nie wykazano statystycznie istotnego wpływu rodzaju kultury na zawartość analizowanych kwasów, co może być podstawą do wnioskowania, że jogurty sojowe są dobrym źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych, których zawartość jest stabilna w czasie fermentacji i przechowywania.
2. Dodatek glukozy do mleka sojowego nie powoduje istotnej zmiany profilu kwasów tłuszczowych fermentowanego mleka sojowego. Głównie ma jednak wpływ na kwasowość produktu i pośrednio na aktywność enzymatyczną mikroflory.
3. Zmiany przechowalnicze dotyczące zawartości kwasów zaobserwowano w próbkach YC-X11 i YC-X16, w których wartość pH była wyższa od 4,6.

4. W próbkach z dodatkiem glukozy i próbce YOA, w których liczba pałeczek utrzymywała się na poziomie 10^6 jtk/cm³, a wartość pH < 4,6, nie wykazano wpływu czasu przechowywania na zawartość kwasów tłuszczowych.


Literatura

- [1] Collins Y.F., McSweeney P.L.H., Wilkinson M.G.: Evidence of a relationship between autolysis of starter bacteria and lipolysis in Cheddar cheese during ripening. *J. Dairy Res.*, 2003, **70**, 105-113.
- [2] Collins Y.F., McSweeney P.L.H., Wilkinson M.G.: Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *Int. Dairy J.*, 2003, **13**, 841-866.
- [3] Donkor O., Nilmini S., Stolic P., Vasiljevic T., Shah N.: Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. *Int. Dairy J.*, 2007, **17**, 657-665.
- [4] Farnworth E.: *Handbook of fermented functional foods*. CRC Press, 2003, pp. 236-237.
- [5] Farnworth E., Mainville I., Desjardins M., Gardner N., Fliss I., Champagne C.: Growth of probiotic bacteria and bifidobacteria in a soy yogurt formulation. *Int. J. Food Microbiol.*, 2007, **116**, 174-181.
- [6] Ghosin M., Bhattacharyya D.: Soy lecithin - monoester interchange reaction by microbial lipase, *JAOCS*, 1997, **74** (6), 761-763.
- [7] Hou J.-W., Yu R.-Ch., Chou Ch.-Ch.: 2000. Changes in some components of soymilk during fermentation with bifidobacteria. *Food Res. Int.*, 2000, **33**, 393-397.
- [8] Itoh Y. H., Sugai A., Uda I., Itoh T.: The evolution of lipids. *Adv. Space Res.*, 2001, **28** (4), 719-724.
- [9] Johnsson T., Nikkila P., Toivonen L., Rosenqvist H., Laakso S.: Cellular fatty acid profiles of *Lactobacillus* and *Lactococcus* strains in relation to the oleic acid content of the cultivation medium. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1995, **61** (12), 4497-4499.
- [10] Kankaampaa P., Yang B., Kallio H., Isolauri E., Salminen S.: Effects of polyunsaturated fatty acids in growth medium on lipid composition and on physiochemical surface properties of lactobacilli. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2004, **70** (1), 129-136.
- [11] Lortal S., Chapot-Chartier M.-P., 2005: Role, mechanisms and control of lactic acid bacteria lysis in cheese. *Int. Dairy J.*, 2005, **15**, 857-871.
- [12] Pinthong R., Macrae R., Rothwell J.: The development of a soya-based yoghurt. *J. Food Technol.*, 1980, **15**, 647-652.
- [13] Riaz M.: *Soy applications in food*. Taylor and Francis, 2006, 111-134.
- [14] Tamine A., Robinson R.: *Yoghurt: Science and Technology*, CRC Press 2000.
- [15] Tsangalis D., Shah N. P.: 2004. Metabolism of oligosaccharides and aldehydes and production of organic acids in soymilk by probiotic bifidobacteria. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2004, **39**, 541-554.
- [16] Zalewski S.: *Podstawy technologii gastronomicznej*. WNT, Warszawa 2003, ss. 215-224.
- [17] Zaręba D., Obiedziński M., Ziarno M.: Porównanie profilu lotnych związków mleka fermentowanego i niefermentowanego przez bakterie jogurtowe i szczepy probiotyczne. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **15** (3), 18-32.
- [18] Zaręba D., Ziarno M., Obiedziński M.: Przeżywalność bakterii jogurtowych i probiotycznych w układach modelowych mleka niefermentowanego i fermentowanego. *Med. Wet.*, 2008, **64** (8), 1007-1011.
- [19] Zaręba D., Ziarno M., Obiedziński M., Bzducha A.: Profil lotnych związków modeli mleka niefermentowanego i fermentowanego przez bakterie jogurtowe. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **2** (57), 60-73.

FATTY ACID PROFILE OF SOYA MILK FERMENTED BY VARIOUS BACTERIA STRAINS OF LACTIC ACID FERMENTATION

S u m m a r y

The objective of this paper was to determine the impact of a starter culture applied, storage time, pH changes, and the addition of glucose on the fatty acid composition of fermented soya milk. In model soya yoghurts, the following fatty acids were determined using a gas-chromatography-mass- spectrometer: lauryl acid (C12), palmitic acid (C16), palmitoleic acid (C16:1 n-9), margaric acid (C17), nonadecanoic acid (C19), oleinic acid (C18:1 n-9), vaccenic acid (C18:1 n-11), linoleic acid (C18:2 n-9, n-12), arachidic acid (C20), and α -linolenic acid (C18:3 n-9,n-12, n-15). The major acids in soya yoghurt were: linoleic acid (C18:2 n-9, n-12), oleinic acid (C18:1 n-9), palmitic acid (C16:0), and α -linolenic acid (C18:3 n-9, n-12, n-15). It was proved that the storage time had a significant impact on the fatty acid profile. No statistically significant impact of bacteria culture and addition of glucose were reported on the content of fatty acids under analysis. The addition of glucose significantly impacted the pH value and caused the biochemical activity of micro-flora to decrease; thus, there were no changes in the content of the acids studied.

Key words: soya milk, fermentation, fatty acids 

DARIUSZ KOWALCZYK, WALDEMAR GUSTAW

WPLYW POWŁOK HYDROKOLOIDOWYCH NA CECHY JAKOŚCIOWE FRYTEK ZIEMNIACZANYCH

Streszczenie

Pokrojone w słupki ziemniaki poddano blanszowaniu, a następnie powlekano przez zanurzenie w 1 % (m/m) roztworach polisacharydów: karboksymetylocelulozy (CMC) o trzech typach lepkości (CRT 30, CRT 1000, CRT 10000) oraz pektyny (PEK) lub w 10 % (m/m) roztworach preparatów białek grochu (PPI), soi (SPI) i serwatki (WPC). Próbę odniesienia przygotowano używając wody w miejsce roztworów powlekających. Smażenie prowadzono przez 3 min w temperaturze 170 °C, wykorzystując jako medium grzejne olej rzepakowy. Ocena jakości otrzymanych frytek obejmowała oznaczenie zawartości tłuszczu, wody, ubytków masy, określenie tekstury, barwy oraz cech sensorycznych.

Badania wykazały, że obecność warstewki hydrokoloidu na powierzchni smażonego produktu może znacznie obniżyć ilość pochłanianego oleju. Zawartość tłuszczu w otrzymanych frytkach wahała się od 15,92 do 25,21 g/100 g s.s. Statystycznie istotne ($p < 0,05$) zmniejszenie zawartości oleju we frytkach odnotowano w przypadku pięciu z siedmiu zastosowanych substancji hydrokoloidowych. Na zmiany poziomu tłuszczu nie miało wpływu powlekanie roztworami CMC30 i CMC10000. Najmniejszą zawartością oleju odznaczały się frytki powlekane roztworem WPC. Zmniejszenie zawartości tłuszczu w stosunku do próby kontrolnej wyniosło w tym przypadku 36,9 %. Powlekanie nie zwiększyło retencji wody, jak również nie wpłynęło na wielkość ubytków powstających w trakcie obróbki cieplnej ($p > 0,05$). Pomiary siły cięcia frytek ujawniły, że z wyjątkiem prób pokrywanych roztworem PPI, powlekane frytki charakteryzowały się istotnie twardszą konsystencją (4,77 - 6,06 N) w porównaniu z próbą kontrolną (3,22 N). Powlekanie wpłynęło na wzrost udziału barwy czerwonej i/lub żółtej w ogólnej barwie frytek. Analiza wartości ΔE^* wykazała, że powlekanie roztworem WPC dało w rezultacie produkt najbardziej odbiegający barwą od próby kontrolnej. Najwyższą jakością pod względem ogólnej oceny sensorycznej charakteryzowały się frytki powlekane roztworem SPI. Najmniej akceptowane były natomiast frytki powlekane roztworem WPC. Zdecydowała o tym przede wszystkim barwa odbierana przez konsumentów jako zbyt intensywna, co potwierdziło wyniki oceny instrumentalnej. Przyjmując, że minimalna ogólna ocena powinna wynosić co najmniej 3 pkt/5 pkt wykazano, że dzięki zastosowaniu powlekania możliwe jest otrzymanie frytek o obniżonej zawartości tłuszczu, a jednocześnie dostatecznych właściwościach sensorycznych.

Słowa kluczowe: frytki, powłoki jadalne, hydrokoloidy

Dr inż. D. Kowalczyk, Katedra Biochemii i Chemii Żywności, dr inż. W. Gustaw, Katedra Biotechnologii, Żywnienia Człowieka i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin

Wprowadzenie

Smażenie, obok gotowania, jest najbardziej rozpowszechnionym sposobem przygotowywania potraw. W wyniku działania gorącego tłuszczu produkty nabierają charakterystycznych cech sensorycznych, pożądanych przez konsumentów. Proces ten prowadzi jednak do zwiększenia kaloryczności żywności. Najwięcej tłuszczu wnika do produktów smażonych w głębokim tłuszczu. Frytki, faworki, panierowany drób i ryby mogą zawierać blisko 50 % tłuszczu użytego do ich smażenia [12]. Uwzględniając zalecenia dietetyków, celowe jest opracowanie środków i metod umożliwiających ograniczenie absorpcji tłuszczu w trakcie smażenia. W literaturze proponowane jest m.in. wykorzystanie powłok jadalnych o określonej barierowości wobec olejów. Udo wodniono, że powlekanie roztworami termozelujących polisacharydów, takich jak metyloceluloza (MC) lub hydroksypropylometyloceluloza (HPMC) pozwala na zmniejszenie zawartości oleju w produktach mięsnych, jak i skrobiowych, co najmniej o jedną trzecią [1, 5, 9, 17]. Dobre rezultaty obserwowano także w przypadku zastosowania roztworów: pektyny, alginianu [8], gumy gellan [17], żelatyny [11], białek sojowych [14] i zeiny [9]. Powlekanie jest praktycznym sposobem ograniczania migracji tłuszczu do smażonej żywności, gdyż nie ingeruje w istniejące procedury produkcyjne. Nanoszenie zaporowej warstewki odbywa się poprzez zanurzenie lub spryskanie powierzchni produktu roztworem powłokotwórczym. Prosta aplikacja i duża skuteczność sprawiły, że rozwiązania takie są już stopniowo wdrażane na skalę przemysłową m.in. do produkcji niskotłuszczowych paluszków rybnych [7].

Celem badań była ocena możliwości wykorzystania powłok hydrokoloidowych do otrzymywania frytek o obniżonej zawartości tłuszczu. Określono również wpływ powlekania na pozostałe wyróżniki jakościowe otrzymanych frytek, takie jak: zawartość wody, ubytki masy, tekstura, barwa i cechy sensoryczne.

Materiały i metody badań

Przygotowanie roztworów do powlekania

Roztwory do powlekania przygotowano z następujących preparatów:

- karboksymetylocelulozy Walocel[®] min. 99,5 %, w trzech typach lepkości: CRT 30 GA, CRT 1000 GA, CRT 10000 GA (Wolff Cellulosics, Niemcy),
- pektyny niskometylowanej z jabłek (Sigma-Aldrich),
- izolatu białka grochu Propulse[™] o zawartości białka 82 %, produkcji Parrheim Foods (obecnie Nutri-Pea Limited, Kanada),
- izolatu białka sojowego ISOPRO 900 HI o zawartości białka 85 % (Sinoglory, Chiny),
- koncentratu białek serwatkowych WPC 80 o zawartości białka 80 % (Milei GmbH, Niemcy).

Z preparatów białkowych sporządzano 10 % (m/m) roztwory o pH = 7, które następnie poddawano ogrzewaniu (20 min, 90 °C). Po ochłodzeniu i rehomogenizacji roztwory odpowietrzano pod próżnią. Pektynę i pochodne celulozowe rozpuszczano w wodzie o temp. 70 °C przez 20 - 30 min, uzyskując roztwory o stężeniu 1 %.

Przygotowanie frytek

Frytki przygotowano z wyselekcjonowanych bulw ziemniaków odm. Nora. Ziemniaki pokrojono w słupki o wymiarach 10×10×50 mm, poddano blanszowaniu (5 min, 90 °C), a następnie dwukrotnie powlekano przez zanurzenie (30 s) w roztworze powłokotwórczym. Po zanurzeniu każdorazowo stosowano suszenie w strumieniu gorącego powietrza przez 3 min. Następnie krajanekę (~200 g) smażyono przez 3 min w oleju rzepakowym (3,5 l) rozgrzanym do temperatury 170 °C. Próbę kontrolną przygotowano używając wody w miejsce roztworów powlekających.

Ocena jakości frytek

Zawartość tłuszczu oznaczano metodą ekstrakcyjno-wagową przy użyciu aparatu Soxtec HT-6. Ubytki masy podczas smażenia wyrażano w procentach masy początkowej, zawartość wody określano metodą suszarkową (105 °C/24 h).

Instrumentalny pomiar barwy powierzchni frytek prowadzono z użyciem spektrofotometru odbiciowego X-RiteColor® 8200. Barwę opisano za pomocą współrzędnych w przestrzeni barw L*a*b*. Do pomiarów pobierano próbę liczącą 5 sztuk frytek. Całkowitą wypadkową różnicę barwy (ΔE^*) między próbą powlekaną a kontrolną obliczono wg wzoru:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

gdzie: ΔL^* - różnica jasności barwy pomiędzy badaną próbką a jasnością próby kontrolnej, Δa^* i Δb^* - różnica tonów barwy pomiędzy badaną próbką a tonem barwy próby kontrolnej

Teksturę frytek określano za pomocą analizatora tekstury TA-XT2i (Stable Micro Systems, UK) wyposażonego w nóż „Blade Set with Rectangular Hole”. Po 10 min od zakończenia smażenia pojedyncze frytki poddawano poprzecznemu przecinaniu z prędkością 1 mm/s. Do pomiarów pobierano próbę liczącą 20 sztuk frytek.

Przeprowadzono semikonsumencką ocenę sensoryczną smażonych produktów, w której uczestniczyło 20 osób. Cechy jakościowe frytek (wygląd ogólny, barwa, zapach, chrupkość, smakowitość) oceniane były w skali 5-punktowej.

Wszystkie eksperymenty smażalnicze wykonano w trzech powtórzeniach, a otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu STATISTICA 6.0 PL. W celu określenia wpływu powlekania na wyróżniki jakości

frytek zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA), wykorzystując test post-hoc Tukey'a na poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wpływ powlekania na zawartość tłuszczu oraz wody w modelowych frytkach. Badania wykazały, że obecność warstewki hydrokoloidu na powierzchni smażonego produktu może znacznie zmniejszyć ilość pochłanianego oleju. Statystycznie istotne zmniejszenie ($p < 0,05$) zawartości oleju we frytkach odnotowano w przypadku pięciu z siedmiu zastosowanych substancji hydrokoloidowych. Na zmiany poziomu tłuszczu nie miało wpływu powlekanie roztworami CMC30 i CMC10000.

Tabela 1

Cechy fizykochemiczne frytek w zależności od rodzaju hydrokoloidu użytego do powlekania.
Physical-chemical characteristics of French fries depending on the type of hydrocolloid used for coating.

Roztwór hydrokoloidu Hydrocolloid solution	Zawartość tłuszczu [g/100 g s.s.] Fat content [g/100 g d.m.]		Zawartość wody [g/100 g] Water content [g/100 g]		Ubytek masy podczas smażenia [%] Loss of weight during frying [%]		Siła cięcia [N] Shear force [N]	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Próba kontrolna Control sample	25,21 ^d	2,94	73,67 ^a	2,52	34,99 ^a	2,30	3,22 ^a	0,50
PPI	19,15 ^{abc}	1,20	70,75 ^a	1,18	34,98 ^a	5,26	3,85 ^a	1,14
SPI	16,47 ^{bc}	1,80	73,66 ^a	3,51	33,23 ^a	4,18	5,57 ^{bc}	1,03
WPC	15,92 ^c	2,28	71,36 ^a	3,60	32,91 ^a	2,95	4,87 ^b	0,86
PEK	20,47 ^{ab}	2,55	73,05 ^a	1,09	35,39 ^a	6,32	6,06 ^c	0,91
CMC30	23,35 ^{ad}	0,38	73,32 ^a	0,28	35,28 ^a	5,03	4,77 ^b	1,33
CMC1000	20,58 ^{ab}	1,17	71,33 ^a	2,93	34,26 ^a	2,31	4,91 ^b	0,84
CMC10000	21,35 ^{ad}	0,58	73,19 ^a	2,38	34,24 ^a	5,14	5,26 ^{bc}	1,08

Objaśnienia: / Explanatory notes:

PPI - izolat białka grochu; SPI - izolat białka soi; WPC - koncentrat białek serwatkowych; PEK - pektyna; CMC 30, CMC1000, CMC10000 - kolejno karboksymetyloceluloza CRT 30 GA, CRT 1000 GA, CRT 10000 GA,

PPI - pea protein isolate; SPI - soy protein isolate; WPC - whey protein concentrate; PEK - pectin, CMC 30, CMC1000, CMC10000 - carboxymethylcellulose CRT 30 GA, CRT 1000 GA, and CRT 10000 GA, respectively.

\bar{x} - wartość średnia / mean value; SD - odchylenie standardowe / standard deviation,

Wartości średnie oznaczone tym samym indeksem literowym^{a-d} w obrębie kolumny nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p = 0,05$ / Mean values marked by the same index letter^{a-d} within the column are not statistically significantly different at level $p = 0.05$.

Najmniejszą zawartością oleju odznaczały się frytki powlekane roztworem WPC. Zmniejszenie zawartości tłuszczu w stosunku do próby kontrolnej wyniosło w tym przypadku 36,9 %. Analiza statystyczna nie wykazała jednak statystycznie istotnego ($p > 0,05$) wpływu rodzaju preparatu białkowego użytego do powlekania na zmiany zawartości tłuszczu. Badania nad możliwością ograniczenia zawartości tłuszczu we frytkach dzięki wykorzystaniu właściwości barierowych powłok były, jak dotąd, tematem kilku prac naukowych. Wyniki tych doświadczeń są obiecujące. Przykładowo zastosowanie powłoki prolaminowej pozwala obniżyć zawartość oleju we frytkach oraz innej smażonej żywności o 20 do 40% [4]. Polansky [13] zanurzając pokrojone ziemniaki w roztworze kolagenu (1 - 2 % w/w) zredukował zawartość tłuszczu we frytkach o ponad 40 %. Obecność warstewki zeiny na powierzchni kulek ziemniaczanych pozwala natomiast zmniejszyć ilość oleju absorbowanego w czasie smażenia aż o 59 %. Poziom redukcji jest jednak niższy od tego, jaki uzyskano w przypadku powlekania HPMC i MC, odpowiednio 61,4 i 83,6 %. Prawdopodobnie jest to związane z bardziej hydrofilowym charakterem HPMC i MC niż zeiny [9]. Gracia i wsp. [5] stosując powlekanie 1 % roztworem metylocelulozy z 0,5 % dodatkiem sorbitolu zmniejszyli zawartość tłuszczu we frytkach o 40,6 % i jednocześnie zwiększyli retencję wody w produkcie o 6,3 %. Potwierdzili także wyższą skuteczność powlekania roztworem MC w porównaniu z HPMC. Khalil [8] odkrył z kolei, że dobre efekty uzyskuje się po zastosowaniu podwójnej warstewki polisacharydowej. Powlekanie frytek 5 % roztworem pektyny z dodatkiem CaCl_2 , a następnie 1,5 % roztworem CMC pozwala zmniejszyć zawartość oleju w produkcie finalnym o 54 %, z czego pierwsze powlekanie redukuje tę wartość o 40 %. Podwójnie powlekane frytki odznaczają się także większą zawartością wody aniżeli frytki powlekane jednokrotnie [8]. Obecnie pokrywanie frytek powłokami na bazie wybranych białek, a także skrobi i jej pochodnych jest już przedmiotem amerykańskich patentów [3, 4, 6, 11, 13, 15, 16].

Poprawa wydajności produkcji to we współczesnym przetwarzaniu żywności jeden z najważniejszych czynników maksymalizacji zysków. Surowy ziemniak zawiera średnio 80 % wody [2]. Znaczna jej część jest tracona podczas smażenia, a wielkość tych ubytków decyduje o wielkości dochodów ze sprzedaży wyrobu. Badania nad powlekaniami żywności dowodzą, że może ono ograniczać transfer wilgoci z produktu w trakcie smażenia. Wzrost retencji wody wynosi od kilku do 30 % [1, 5, 9, 17]. Wyniki badań nie potwierdzają jednak tych rezultatów. Roztwory substancji zastosowanych w niniejszej pracy nie zwiększyły retencji wody, jak również nie wpłynęły na wielkość ubytków powstających w trakcie obróbki cieplnej ($p > 0,05$) (tab. 1). Może być to związane z faktem, że do przygotowania próby odniesienia użyto wody w miejsce roztworu powlekającego. Cytowani autorzy przygotowywali natomiast produkty kontrolne z całkowitym pominięciem procedury zanurzania.

Pomiary tekstury otrzymanych frytek dowiodły, że z wyjątkiem prób pokrywanych roztworem PPI powlekane frytki charakteryzowały się istotnie twardszą konsystencją (4,77 - 6,06 N) w porównaniu z próbą kontrolną (3,22 N) (tab. 1). Wyniki sugerują, że obecność powłoki na powierzchni smażonego produktu może stanowić barierę dla transferu energii, w wyniku czego uzyskane frytki są w większym stopniu surowe aniżeli ma to miejsce w przypadku frytek niepowlekanych. Khalil [8] również zaobserwował twardszą konsystencję frytek poddanych powlekaniiu roztworami pektyny i alginianu sodu z dodatkiem CaCl_2 . Autor przypuszcza, że mniejsza twardość próbek niepowlekanych wynika z większej degradacji pektyn w trakcie smażenia. Osłabienie struktury blaszki środkowej i towarzyszący temu spadek adhezji ścian komórkowych są główną przyczyną uszkodzeń komórek zachodzących podczas obróbki termicznej. Obecność warstewki hydrokoloidu na powierzchni ziemniaków mogła zadziałać zatem jak film ochronny. Ponadto inkorporacja CaCl_2 w skład roztworów powłokotwórczych prawdopodobnie spowodowała powstanie wiązań sieciujących, zwiększających sztywność blaszki środkowej [8]. García i wsp. [5] wykorzystując do badań tekstury test penetracji, nie zaobserwowali żadnych różnic twardości frytek powlekanych i niepowlekanych. Z kolei Rayner i wsp. [14] wykonując podobny pomiar, wykazali że krążki smażonych ziemniaków powlekanych 10 % roztworem SPI odznaczały się mniejszą twardością w porównaniu z próbą kontrolną.

Odpowiednia barwa to podstawowy wyróżnik jakości, którym kieruje się konsument przy wyborze artykułów spożywczych. Barwa frytek uzależniona jest od zawartości cukrów redukujących (glukozy i fruktozy), ilości reszt aminokwasowych obecnych na powierzchni produktu, a także temperatury i czasu smażenia [10]. Zawartość cukrów redukujących w surowcu przeznaczonym do produkcji frytek jest ściśle kontrolowana i nie powinna przekraczać 0,5 % świeżej masy. Podczas smażenia cukry redukujące wchodzi w interakcje z aminokwasami, tworząc związki o ciemnym zabarwieniu. Nadmiernie ciemne produkty mają gorzki smak, następuje również pogorszenie zapachu frytek [18]. Przeprowadzony w pracy pomiar jasności fotometrycznej (L^*) frytek wykazał brak wpływu powlekania na ten parametr ($p > 0,05$) (tab. 2). Stwierdzono natomiast statystycznie istotny wzrost udziału barwy czerwonej (a^*) i/lub żółtej (b^*) w ogólnej barwie frytek. Analiza wartości ΔE^* wykazała, że w wyniku powlekania roztworem WPC uzyskano produkt najbardziej odbiegający barwą zarówno od próby kontrolnej, jak i pozostałych frytek ($p < 0,05$) (tab. 2). Spowodowane jest to dostępnością substratów do reakcji Maillarda - białek oraz laktozy, podstawowych komponentów preparatu WPC 80.

Związki Maillarda powstające w wyniku smażenia decydują nie tylko o zabarwieniu potraw, ale również o ich smaku i aromacie. Wyniki oceny sensorycznej powlekanych frytek zamieszczono w tab. 3. Spośród pięciu analizowanych wyróżników jakości cztery najwyższe noty (wygląd ogólny 4,2 pkt; barwa 4,1 pkt; zapach 3,9 pkt;

Tabela 2

Parametry barwy frytek powlekanych hydrokoloidami.
Colour parameters of French fries coated with hydrocolloids.

Roztwór hydrokoloidu Hydrocolloid solution	L*		a*		b*		ΔE^*_{kont}	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Próba kontrolna Control sample	63,57 ^{bc}	3,18	-4,66 ^c	0,56	11,26 ^b	2,51	0,00	0,00
PPI	63,12 ^{bc}	2,25	-3,48 ^d	0,88	14,42 ^{cd}	2,69	4,01 ^{ab}	1,78
SPI	63,94 ^c	3,33	-3,77 ^{bd}	0,56	15,30 ^c	2,19	4,79 ^{ab}	1,22
WPC	58,50 ^{ab}	3,18	-0,69 ^a	0,86	18,92 ^a	2,21	10,16 ^c	1,87
PEK	64,14 ^c	2,59	-4,61 ^c	0,58	14,60 ^{cd}	2,87	3,98 ^{ab}	1,87
CMC30	63,78 ^c	2,70	-4,39 ^{bc}	0,55	13,49 ^{cd}	2,63	3,57 ^{ab}	1,60
CMC1000	63,97 ^c	1,71	-3,85 ^{bd}	0,46	13,90 ^{bcd}	2,07	2,96 ^a	1,10
CMC10000	60,66 ^{ab}	3,79	-3,25 ^d	0,96	12,71 ^{bd}	1,77	4,79 ^b	3,27

Oznaczenia jak w tab.1. / Explanations as in Tab. 1.

Tabela 3

Wyniki oceny sensorycznej frytek powlekanych (punkty: 1 – minimum, 5 – maksimum).
Results of the sensory assessment of coated French fries (points: 1 – minimum; 5 – maximum).

Roztwór hydrokoloidu Hydrocolloid solution	Wygląd ogólny Overall appearance	Barwa Colour	Zapach Smell	Chrupkość Crispiness	Smakowitość Flavour	Ocena ogólna Total score
Próba kontrolna Control Sample	3,70	4,00	3,76	2,53	3,11	3,42
PPI	3,82	3,94	3,64	3,12	3,65	3,63
SPI	4,23	4,12	3,88	3,23	4,00	3,89
WPC	3,00	3,23	3,41	2,47	3,11	3,04
PEK	3,35	3,29	3,82	2,76	3,35	3,31
CMC30	3,70	3,94	3,76	2,94	3,53	3,57
CMC1000	3,70	3,53	3,53	2,82	3,59	3,43
CMC10000	4,06	4,00	3,78	3,35	3,88	3,81

Oznaczenia jak w tab.1. / Explanations as in Tab. 1.

smakowitość 4,0 pkt) przyznano frytkom powlekany roztworem SPI. Równie wysoko zostały ocenione frytki powlekane roztworem karboksymetylocelulozy CMC10000. Najmniej akceptowane były frytki pokryte roztworem WPC. Zdecydowała o tym przede wszystkim barwa (3,2 pkt) odbierana przez konsumentów jako zbyt intensywna, co potwierdziło wyniki oceny instrumentalnej. Nisko zostały ocenione także zapach

(3,4 pkt) i chrupkość (2,5 pkt). Ogólna ocena sensoryczna modelowych frytek nie przekroczyła 4 pkt. Przyjmując, że minimalna ogólna ocena powinna wynosić przynajmniej 3 pkt/5 pkt wykazano, że dzięki zastosowaniu powlekania możliwe jest otrzymanie frytek o obniżonej zawartości tłuszczu, a jednocześnie dobrych właściwościach sensorycznych.

Wnioski

1. Roztwory (1 %) pektyny i karboksymetylocelulozy CRT 1000 GA oraz 10 % roztwory izolatów białek grochu i soi mogą być stosowane do powlekania frytek przed procesem smażenia – zmniejszają bowiem absorpcję tłuszczu, nie powodując znacznych zmian jakości sensorycznej produktu.
2. Powlekanie 10 % roztworem koncentratu białek serwatkowych pozwala zredukować zawartość tłuszczu o ponad 1/3. Uzyskane frytki odznaczają się jednak intensywnym zabarwieniem, co spowodowane jest obecnością laktozy w preparacie.
3. Frytki otrzymane z zastosowaniem powlekania charakteryzują się na ogół twardszą konsystencją w porównaniu z tradycyjnymi frytkami.

Literatura

- [1] Balasubramaniam V.M., Chinnan M. S., Mallikarjunan P., Phillips R.D.: The effect of edible film on oil uptake and moisture retention of a deep-fat fried poultry product. *J. Food Proc. Eng.*, 1997, **20**, 17-29.
- [2] Boguszewska D.: Wpływ niedoboru wody na zawartość wybranych składników chemicznych w bulwach ziemniaka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **5 (54)**, 93-101.
- [3] El-Hag N.A., Shanbhag S. P.: Preparing frozen par-fried potato strips. US Patent, 1982, No. 4317842.
- [4] Feeney R.D., Haralampu S.G., Gross A.: Method of coating foods with an edible oil barrier film and product. US Patent, 1992, No. 5126152.
- [5] García M., Ferrero C., Bertola N., Martino M., Zaritzki N.: Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2002, **3**, 391-397.
- [6] Higgins C., Qian, J., Williams K.: Water dispersible coating composition for fat-fried foods. US Patent, 1999, No. 5976607.
- [7] http://www.sciencedaily.com/videos/2006/0111-lowfat_fried_food.htm
- [8] Khalil A.H.: Quality of French fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids. *Food Chem.*, 1999, **66**, 201-208.
- [9] Mallikarjunan P., Chinnan M.S., Balasubramaniam V.M., Phillips R.D.: Edible coatings for deep-fat frying of starchy products. *LWT*, 1997, **30**, 709-714.
- [10] Márquez G., Añón M.C.: Influence of reducing sugars and amino acids of fried potatoes. *J. Food Sci.*, 1986, **51**, 157-160.
- [11] Olson S., Zoss R.: Fried foods of reduced oil absorption and methods of preparation employing spray of film agent. US Patent, 1985, No. 4511583.
- [12] Pinthus E.J., Weinberg P., Saguy I.S.: Criterion for oil uptake during deep-fat frying. *J. Food Sci.*, 1993, **58**, 204-205.


- [13] Polansky S.: Deep fried foodstuffs retaining a minimum amount of frying medium and a method for their preparation. US Patent, 1993, No. 5232721.
- [14] Rayner M., Ciolfi V., Maves B., Stedman P., Mittal G.S.: Development and application of soy-protein films to reduce fat intake in deep-fried foods. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 777-782.
- [15] Sloan J.L., Middaugh K.F., Jacobsen G. B.: Process for making a starch coated potato product. US Patent, 1991, No. 5059435
- [16] Van Patten E. M., Freck, J. A.: Method of coating food products with ungelatinized unmodified high amylose starch prior to deep fat frying. US Patent, 1973, No. 3751268.
- [17] Williams R., Mittal G.S.: Water and fat transfer properties of polysaccharide films on fried pastry mix. *LWT*, 1999, **32**, 440-445.
- [18] Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A.: Rozmieszczenie suchej masy i sacharydów w różnych częściach bulw ziemniaka. *Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln.*, 2002, **489**, 327-334.

EFFECT OF HYDROCOLLOID COATINGS ON QUALITY PARAMETERS OF FRENCH FRIES

S u m m a r y

Potatoes, cut into bars, were blanched and, then, coated by dipping in 1 % (w/w) solutions of the following polysaccharides: carboxymethylcellulose (CMC) of three viscosity types (30 CRT, CRT 1000, CRT 10000), pectins (PEC); or in 10 % (w/w) solutions of pea (PPI), soy (SPI), and whey (WPC) protein preparations. A reference sample was prepared using water instead of coating solutions. The frying process lasted 3 min at a temperature of 170 °C; the rapeseed oil was used as a heating medium. The quality of the obtained French fries was assessed by determining the contents of fat and moisture, weight loss, texture, colour, and sensory characteristics.

The investigations performed showed that the presence of hydrocolloid layer on the surface of fried product could significantly reduce the amount of oil absorbed. The content of fat in French fries produced ranged from 15.92 to 25.21 g/100 g d.m. A statistically significant decrease ($p < 0.05$) in the content of oil in French fries was reported in five of seven of used hydrocolloids. The process of coating using CMC30 and CMC10000 had no impact on changes in the content of fat. The lowest amount of oil was found in the French fries coated with a WPC solution. In this case, the decrease in the content of fat was 36.9% compared to the control sample. The coating process did not increase the retention of water nor impacted the level of losses occurring during the heat treatment ($p > 0.05$). The measurements of French fries shearing force showed that, except for the samples coated with a PPI solution, the coated chips had a significantly harder consistency (4.77 – 6.06 N) compared to the control sample (3.22 N). Additionally, the coating process contributed to the increase in the redness and/or yellowness of the total colour of French fries. The analysis of ΔE^* value showed that when the fries were coated using a WPC solution, the resulting product had the most different colour compared to the colour of control sample. The French fries coated with a SPI solution exhibited the best sensory quality. The chips coated with a WPC solution appeared to be the least acceptable. The main reason thereof was their colour perceived by consumers as too intense; this statement was confirmed by the results of instrumental assessment. Provided the minimum overall rating should be at least 3 points (on a 5 point scale), it was proved that the application of a coating process made it possible to manufacture French fries with a reduced content of fat and, at the same time, of satisfactory sensory properties.

Key words: French fries, edible coatings, hydrocolloids 

KRZYSZTOF DZIEDZIC, AGNIESZKA DROŻDŻYŃSKA, DANUTA GÓRECKA,
KATARZYNA CZACZYK

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH ZWIĄZKÓW PRZECIWUTLENIAJĄCYCH W GRYCE I PRODUKTACH POWSTAŁYCH PODCZAS JEJ PRZEROBU

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu zabiegów technologicznych stosowanych podczas produkcji kaszy gryczanej na zawartość wybranych związków przeciwutleniających w ziarniakach gryki przed prażeniem (GS), gryki po prażeniu (GPOP), łusce (GL), kaszy gryczanej łamanej (KŁ) i kaszy gryczanej całej (KC) oraz określenie zdolności wodnych ekstraktów produktów gryczanych do wygaszania wolnych rodników DPPH. Proces technologiczny obejmował następujące etapy: oczyszczanie ziarniaków, prażenie (15 min nasycanie parą wodną, 130 °C, 60 min), leżakowanie (24 h), sortowanie 1., obłuskiwanie, sortowanie kaszy, oddzielanie łuski, sortowanie 2. Analizowano zawartość związków flawonoidowych, takich jak: rutyna, katechina, kwercetyna, wanilina, kemferol oraz kwasów fenolowych: p-kumarowego, o-kumarowego, galusowego, p-hydroksybenzoesowego, kawowego, sinapowego, ferulowego. Zawartość związków przeciwutleniających określono metodą szybkiej chromatografii cieczowej (RRLC - Rapid Resolution Liquide Chromatography). Oznaczenie prowadzono przy zastosowaniu kolumny SB-C18. Jako eluent stosowano roztwór kwasu octowego z dodatkiem metanolu. Właściwości przeciwutleniające oszacowano na podstawie zdolności ekstraktów do wygaszania rodnika DPPH.

Otrzymane wyniki wskazują, że podczas procesu technologicznego zmieniła się zawartość badanych związków przeciwutleniających. Największą ich zawartość stwierdzono w gryce po prażeniu, najmniejszą zaś w kaszy całej. Związkiem występującym w największej ilości była rutyna. Proces prażenia wpłynął na zwiększenie zawartości rutyny, kemferolu, kwercytyny, katechiny, kwasu galusowego, a zmniejszenie poziomu kwasów: p-kumarowego oraz kawowego. W żadnej z przebadanych prób nie wykryto obecności kwasów: o-kumarowego i ferulowego. Ekstrakty wodne wszystkich badanych produktów charakteryzowały się wyższą zdolnością do wygaszania wolnych rodników DPPH w stosunku do BHT. Najwyższą zdolność stwierdzono w ziarniakach gryki przed prażeniem, najniższą zaś w kaszy łamanej.

Słowa kluczowe: ziarniak gryki, kasza gryczana, związki przeciwutleniające, RRLC, DPPH

Mgr inż. K. Dziedzic, dr hab. inż. Danuta Górecka, Katedra Technologii Żywności Człowieka, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań, mgr inż. A. Drożdżyńska, dr hab. inż. K. Czaczyk, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, ul. Wojska Polskiego 48, 60-637 Poznań, Wyd. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Wprowadzenie

Gryka pospolita (*Fagopyrum esculentum*) jest miododajną, jednoroczną rośliną uprawną zaliczaną do rodziny rdestowatych. Roślina ta uprawiana jest coraz rzadziej przez rolników, pomimo tego, że nie wymaga stosowania skomplikowanych zabiegów agrotechnicznych. Jest zaliczana do roślin pseudo-zbożowych obok amarantusa oraz komosy ryżowej. Należy do zbóż o małym znaczeniu gospodarczym, o niewielkim obszarze uprawy. Obecnie gryka uprawiana jest przede wszystkim na półkuli północnej, głównie w rejonach podkaukaskich (Rosja) oraz w Chinach i Brazylii, a na mniejszym areale także w: USA, Kanadzie, Niemczech, Włoszech, Słowenii oraz Polsce, głównie na terenach wschodnich [2, 3, 15]. Gryka pod względem wartości energetycznej przewyższa bardziej rozpowszechnione w świecie zboża, takie jak pszenica i żyto [6]. Jest bogatym źródłem sacharydów, białek o dobrze zbilansowanym składzie aminokwasowym, tłuszczów, witamin oraz składników mineralnych [3, 7, 8, 10, 12]. Na uwagę zasługuje znaczna zawartość błonnika pokarmowego o zróżnicowanym składzie frakcyjnym oraz innych związków biologicznie aktywnych [5, 9], których poziom zależy od gatunku, odmiany, części anatomicznej gryki, a także warunków środowiska, w których jest uprawiana. Ze względu na zawartość substancji biologicznie aktywnych, a szczególnie rutyny i innych flawonoidów, gryka uważana jest za roślinę o prozdrowotnym działaniu na organizm człowieka [7, 9, 10, 11, 15, 16]. Do pozyskiwania rutyny wykorzystuje się części nadziemne rośliny w fazie kwitnienia. Oprócz rutyny gryka jest bogatym źródłem wielu związków charakteryzujących się działaniem przeciwutleniającym, takich jak: tokoferole, kwercetyna, kemferol oraz kwasy fenolowe [22]. Związki te wraz ze sterolami roślinnymi zasługują na uwagę ze względu na możliwość zastosowania ich do produkcji biożywności [11].

Rozwój chorób dietozależnych, takich jak: cukrzyca, choroby wieńcowe, choroby nowotworowe, otyłość, miażdżyca coraz częściej skłania producentów żywności do wzbogacania produktów spożywczych w związki o działaniu prozdrowotnym. Sugeruje się, że zwiększone spożywanie produktów gryczanych może ograniczać rozwój choroby wieńcowej [2, 10]. Badania na zwierzętach wykazały możliwość wykorzystania gryki w celu złagodzenia dolegliwości związanych z kamicią żółciową, co związane jest z właściwym stosunkiem aminokwasów [2, 15]. Gryka jest wykorzystywana w profilaktyce chorób nowotworowych oraz leczeniu stanów zapalnych, chorób układu krążenia, takich jak: nadciśnienie tętnicze, kruchość naczyń włosowatych oraz miażdżyca [11, 14, 22]. Zapobiega również powstawaniu nowotworów piersi poprzez zmniejszanie poziomu estradiolu w surowicy krwi [15]. Substancje zawarte w gryce wzmacniają naczynia krwionośne, obniżają ciśnienie krwi oraz utrzymują w niej niski poziom cukru.

Ze względu na obecność substancji prozdrowotnych w gryce, coraz częściej jest ona wykorzystywana w przemyśle spożywczym, głównie do produkcji płatków oraz jako dodatek wraz z ryżem i kukurydzą do produkcji pieczywa. W Stanach Zjednoczo-

nych przeprowadza się próby wzbogacania gryką chrupek i płatków śniadaniowych, a także zastosowania gryczanej posypki do ciastek. Coraz bardziej popularna jest również mąka gryczana, która łatwo komponuje się z innymi składnikami ciast i potraw. Mąka gryczana nie zawiera glutenu, dlatego może być stosowana w diecie osób chorujących na celiakię [7, 8, 23]. W gastronomii znane są rozmaite produkty zawierające grykę. We Włoszech bardzo popularne są naleśniki przygotowywane z mąki gryczanej. Ponadto na rynku produktów spożywczych znajduje się zielona herbata z dodatkiem łuski, piwo, wino, sosy, makarony, kielki gryczane oraz gryczane wyroby cukiernicze.

Materiał i metody badań

Materiałem do badań były: ziarniaki gryki przed prażeniem (GS), ziarniak gryki po prażeniu (GPOP), łuska (GŁ), kasza gryczana cała (KC) oraz kasza gryczana łamana (KŁ). Próby otrzymano z „Podlaskich Zakładów Zbożowych” w Białymstoku. Technologia produkcji kaszy gryczanej obejmuje następujące etapy: oczyszczanie ziarniaków gryki, prażenie, leżakowanie, sortowanie 1., obłuskiwanie, sortowanie kaszy, oddzielanie łuski, sortowanie 2., a następnie paczkowanie i dystrybucję. Do sortowania ziarniaków gryki stosowano sortownice płaskie. Proces prażenia prowadzono w ciągu 1 h, w temp. 130 °C i przy ciśnieniu 5-5,5 bara. W ciągu pierwszych 15 min proces stosowano nasycanie ziarniaków parą wodną. W trakcie procesu prażenia wilgotność ziarniaków gryki wzrosła z 12 do 15 %. Kolejnym etapem było leżakowanie ziarniaków gryki w temperaturze pokojowej przez 24 h, podczas którego zmniejszyła się wilgotność „ziarna” z 15 do 12 %. Obłuskiwanie przeprowadzano na obłuskiwaczach walcowych. Ponownie zastosowano proces sortowania w celu rozdzielenia ziarniaków na kaszę gryczaną całą oraz kaszę gryczaną łamaną.

Ekstrakcję związków fenolowych prowadzono przy użyciu 80 % acetonu, w temperaturze 50 °C przez 30 min. Ekstrakcję wykonywano w warunkach ograniczonego dostępu światła przy użyciu łaźni wodnej wraz z wytrząsarką. Aceton usuwano w wyparce, pod zmniejszonym ciśnieniem w temp. 40 °C. Otrzymane ekstrakty zamrażano, a następnie liofilizowane. Liofilizaty przechowywano w temperaturze -20 °C [1].

Analizę chromatograficzną prowadzono w chromatografii cieczowej Agilent Technologies 1200 series, wyposażonym w automatyczny podajnik próbek (G1329B), pompę (G1312B) oraz detektor diodowy (G1315C) z przeglądem widma (190-400 nm). Oznaczenia poziomu kwasu galusowego, waniliny, p-hydroksybenzoesowego oraz katechiny wykonywano przy długości fali równej 280 nm, a kwasów: kawowego, p-kumarowego, o-kumarowego, synapowego oraz ferulowego przy 320 nm, natomiast zawartość rutyny, kemferolu i kwercetyny przy 360 nm. Związki fenolowe rozdzielano techniką szybkiej chromatografii cieczowej w kolumnie SB-C18 (50 mm x 4,6 mm o średnicy cząstek równej 1,8 μm, Agilent) w temp. 25 °C. Jako eluent stosowano roztwory o następującym składzie: A - woda: kwas octowy (98 : 2 v/v), B - woda: meta-

nol: kwas octowy (48 : 50 : 2 v/v) przy przepływie 1,1 ml/min, w gradiencie: 0 - min 0 % B, 22 min – 80 % B, 26 min – 80 % B. Próby nanoszono na szczyt kolumny w ilości 20 µl. Obliczenia ilościowe wykonano wykorzystując powierzchnie pików (pomiar i integracja komputerowa z zastosowaniem programu ChemStation for LC 3D systems, Agilent).

Właściwości przeciwutleniające ekstraktów szacowano na podstawie zdolności ekstraktów do wygaszania rodnika DPPH (1,1-difenylo-picrylhydrazyl). Uzyskane wyniki porównano z wzorcem BHT.

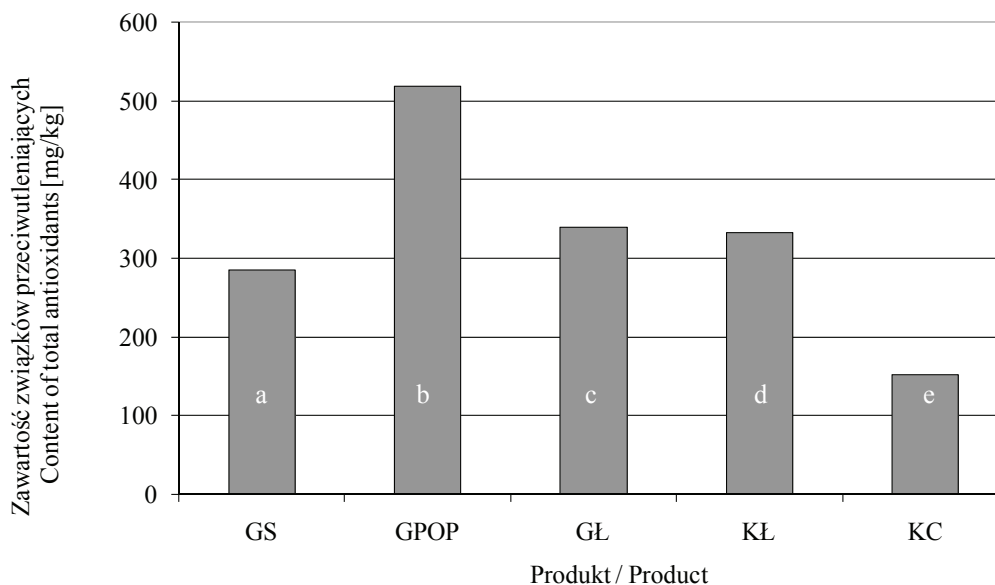
Zdolność wygaszania rodnika DPPH określano na podstawie oznaczonych kolorymetrycznie ($\lambda = 517$ nm) zmian stężenia stabilnego rodnika DPPH wobec próby zerowej [17, 20]. Wyniki przedstawiono jak aktywność przeciwutleniającą (AA) wyrażoną równaniem:

$$AA [\%] = 100 - \{ [Abs_{\text{próby właściwej}} - Abs_{\text{próby zerowej}}] \times 100 / Abs_{\text{próby kontrolnej}} \}$$

Podane w pracy wyniki oznaczeń stanowią średnią z trzech powtórzeń. W celu obiektywizacji wnioskowania uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Do wyznaczania istotności różnic pomiędzy średnimi zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji z użyciem testu Tukey'a. Za statystycznie istotne uznano zależności na poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzone badania wykazały, że proces technologiczny stosowany podczas produkcji kaszy gryczanej wpłynął w istotny sposób na zawartość badanych związków przeciwutleniających w próbach. Ziarniaki gryki użyte jako surowiec do produkcji kaszy gryczanej cechowały się znacznie większą zawartością badanych związków fenolowych w stosunku do produktu finalnego, co może być związane z procesem technologicznym, podczas którego zachodzi usuwanie łuski bogatej w związki przeciwutleniające. Największą zawartością związków przeciwutleniających cechowały się ziarniaki po prażeniu (GPOP) (520,68 mg/kg s.m.), najmniejszą zaś kasza cała (KC) (151,69 mg/kg s.m.). Nie stwierdzono istotnych różnic zawartości tych związków między próbami GŁ i KŁ (rys. 1) Większa zawartość związków fenolowych w łusce (GS) w porównaniu z produktem końcowym (KC) związana jest prawdopodobnie z usunięciem łuski bogatej w związki fenolowe. Na uwagę zasługuje również fakt, że kasza cała (KC) zawierała znacznie mniej tych związków niż kasza łamana (KŁ).



Objaśnienia: / Explanatory notes:

a-c – wartości liczbowe oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny przy poziomie $p < 0,05$ / the numerical values denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$,

GS – ziarniaki gryki przed procesem prażenia / buckwheat caryopses prior to roasting,

GPOP – ziarniaki gryki po procesie prażenia / buckwheat caryopses after roasting,

GŁ – łuska / hull,

KŁ – kasza gryczana łamana / broken buckwheat groats,

KC – kasza gryczana cała / whole buckwheat groats.

Rys. 1. Zawartość związków przeciwutleniających ogółem w ziarniakach gryki, łusce, kaszy łamanej i kaszy całej [mg/kg s.m.].

Fig. 1. Contents of total antioxidants in buckwheat caryopses, hull, broken buckwheat groats, and whole buckwheat groats [mg/kg d.m.].

Ponadto w trakcie oczyszczania kaszy całej dochodzi do oddzielenia kaszy łamanej wraz z innymi mniejszymi zewnętrznymi częściami ziarniaka gryki, stąd też można tłumaczyć wzrost zawartości związków przeciwutleniających w kaszy łamanej.

Dominującym przeciwutleniaczem spośród przebadanych związków, niezależnie od rodzaju produktu była rutyna. Jej zawartość kształtowała się od 70 mg/kg s.m. produktu w próbach KC do 358 mg/kg s.m. w GPOP (tab. 1). Ziarniaki gryki po procesie prażenia (130 °C, 5 - 5,5 bar, 60 min) charakteryzowały się większą zawartością rutyny, kwasu galusowego, kwercytiny i katechin, mniejszą natomiast kwasu p-kumarowego w porównaniu z próbami GS. Ponadto w GPOP wykryto obecność

kemferolu, natomiast nie stwierdzono obecności kwasu kawowego występującego w ziarniakach przed prażeniem (GS). Saeedeh i wsp. [19] wykazali różny wpływ procesu ogrzewania (100 °C, 15 min) na zawartość związków przeciwutleniających w mięcie, marchwi oraz roślinie indyjskiej - *Moringe oleifera*. Wymienieni autorzy wykazali wzrost zawartości związków przeciwutleniających ogółem w mięcie, zmniejszenie w *Moringe oleifera*, natomiast w marchwi proces ogrzewania nie wpłynął na zmianę zawartości tych związków. Sensoy i wsp. [21] stwierdzili znaczny wzrost zawartości związków przeciwutleniających ogółem w mące gryczanej po procesie prażenia (temp. 200 °C, 10 min).

Tabela 1

Zawartość wybranych związków przeciwutleniających w ziarniakach gryki, łusce, kaszy gryczanej łamanej i kaszy gryczanej całej [mg/kg s.m.].

Contents of some selected antioxidants in buckwheat caryopses, hull, broken buckwheat groats, and whole buckwheat groats [mg/kg d.m.]

Produkt Product	GS	GPOP	GŁ	KŁ	KC
Związek [mg/kg s.m.] Compound					
Rutyna	226,24 ^b	358,56 ^a	188,17 ^c	203,08 ^{b,c}	70,18 ^d
Kwas p-kumarowy	28,96 ^a	13,24 ^b	10,78 ^c	11,29 ^c	7,31 ^d
Kwas galusowy	2,24 ^d	9,80 ^b	17,15 ^a	3,74 ^c	3,84 ^c
Kwercytyna	23,79 ^b	43,79 ^a	59,37 ^a	3,19 ^c	1,67 ^c
Katechiny	-	92,99 ^a	17,84 ^c	40,39 ^b	46,56 ^b
Kwas p-hydroksybenzoesowy	-	-	28,50 ^a	30,03 ^a	22,13 ^a
Kwas kawowy	3,8	-	-	-	-
Wanilina	-	-	17,53	-	-
Kwas sinapowy	-	-	-	40,69	-
Kemferol	-	2,30	-	-	-
Kwas o-kumarowy	-	-	-	-	-
Kwas ferulowy	-	-	-	-	-

Objaśnienia / Explanatory notes:

GS – ziarniaki gryki przed procesem prażenia / buckwheat caryopses prior to roasting,

GPOP – ziarniaki gryki po procesie prażenia / buckwheat caryopses after roasting,

GŁ – łuska / hull,

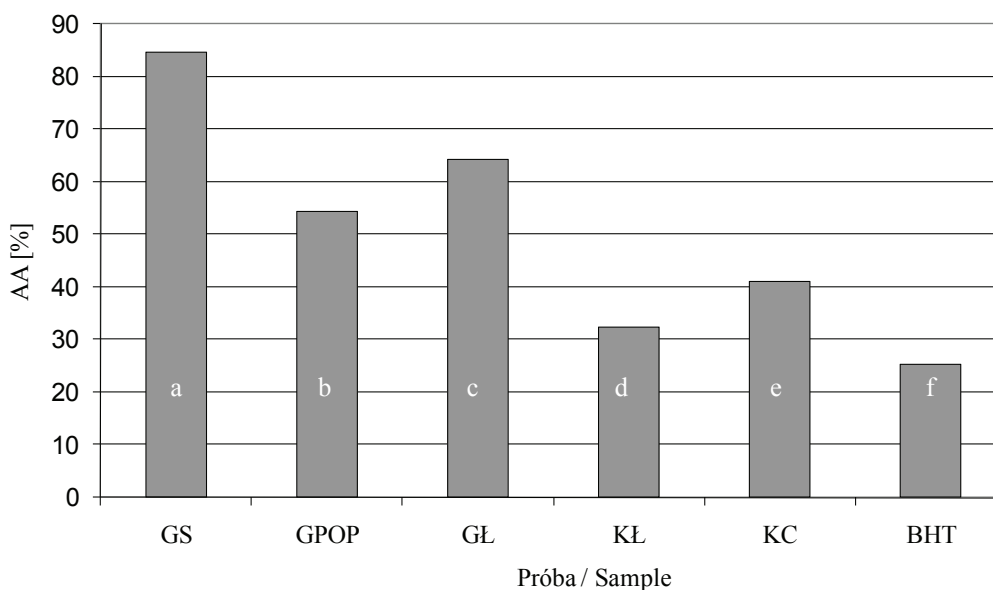
KŁ – kasza gryczana łamana / broken buckwheat groats,

KC – kasza gryczana cała / whole buckwheat groats.

a-c – wartości liczbowe oznaczone różnymi literami w wierszu różnią się w sposób statystycznie istotny przy poziomie $p < 0,05$ / the numerical values denoted by different letters in line differ statistically significantly at $p < 0.05$,

- nie wykryto/ not found.

Według Nicoli i wsp. [18] obróbka termiczna wpłynęła na zwiększenie zdolności przeciwutleniającej związków zawartych w badanych produktach. Stwierdzili oni, że wraz ze wzrostem temperatury i czasu obróbki badanych warzyw i owoców wzrastała aktywność przeciwutleniająca badanych związków, co przypisywano reakcji Maillarda. Łuska, często traktowana przez zakłady przetwarzające grykę jako odpad, ze względu na wysoką zawartość związków przeciwutleniających (339,34 mg/kg s.m.) zasługuje na szczególną uwagę. Badane próby zawierały znaczne ilości rutyny (188,17 mg/kg s.m.), kwercetyny (59,37 mg/kg s.m.) oraz kwasu: p-kumarowego (10,78 mg/kg s.m.), galusowego (17,15 mg/kg s.m.) i p-hydroksybenzoesowego (28,50 mg/kg s.m.), a także waniliny (17,53 mg/kg s.m.). Kasza cała (KC) oprócz rutyny zawierała znaczne ilości katechin (46,56 mg/kg s.m.) i kwasu p-hydroksybenzoesowego (22,13 mg/kg s.m.). W badanych produktach nie stwierdzono obecności kwasu: o-kumarowego i ferulowego. Kwas sinapowy występował głównie w kaszy łamanej (40,69 mg/kg s.m.), wanilina w łusce (17,53 mg/kg s.m.), kwas kawowy w ziarniakach gryki przed prażeniem (3,8 mg/kg s.m.), zaś kemferol w ziarniakach po prażeniu (2,30 mg/kg s.m.).



Rys. 2. Zdolność wygaszania rodnika DPPH przez wodne ekstrakty: ziarniaków gryki, łuski, kaszy gryczanej łamanej i kaszy gryczanej całej [%].

Fig. 2. The ability of water extracts of buckwheat caryopses, hull, broken buckwheat groats, and whole buckwheat to scavenge DPPH radicals [%].

a-f- wartości liczbowe oznaczone różnymi literami różnią się w sposób statystycznie istotny przy poziomie $p < 0.05$ / the numerical values denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$.

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

Ekstrakty wodne produktów powstałych podczas procesu technologicznego kaszy gryczanej charakteryzowały się większą zdolnością wygaszania rodników DPPH w stosunku do BHT. Zdolność ta kształtowała się od 32 do 84 %, odpowiednio w przypadku kaszy łamanej (KŁ) i ziarniaków przed prażeniem (GS), podczas gdy dla 0,02 % BHT wynosiła 25 %. Przedstawione wyniki wskazują na dużą zdolność do wygaszania rodników DPPH przez substancje zawarte w próbach GS oraz w GŁ. Według wielu autorów zdolność ta zależy od zawartości flawonoidów, w tym głównie rutyny, katechin i kwercetyny [4, 14, 24]. Sensoy i wsp. [21] zaobserwowali najwyższą zdolność do wygaszania rodnika DPPH w mące gryczanej, podczas gdy w mące po procesie prażenia odnotowano spadek zdolności wygaszania rodnika DPPH. Kolniak [13] wykazała, że pojemność przeciwutleniająca w truskawkach zależy od zawartości polifenoli. Związki fenolowe, wyekstrahowane różnymi rozpuszczalnikami z nasion gryki przez Sun i Ho [22], w dawce 0,1 mg/ml wykazywały efekt wygaszania w granicach od 40 do 80 %.

Wnioski

1. Proces technologiczny stosowany podczas produkcji kaszy gryczanej w istotny sposób wpłynął na zawartość badanych związków przeciwutleniających. Największą zawartością związków fenolowych charakteryzowały się ziarniak gryki po prażeniu, najmniejszą zaś kasza gryczana cała. Łuska oraz kasza gryczana łamana cechowały się mniejszą zawartością tych związków w porównaniu z ziarniakami gryki przed procesem prażenia.
2. Dominującym związkiem przeciwutleniającym we wszystkich badanych produktach była rutyna. Największą jej zawartość odnotowano w ziarniakach gryki po prażeniu, natomiast najmniejszą w kaszy gryczanej całej. Proces prażenia wpłynął na wzrost zawartości rutyny w gryce.
3. Ekstrakty wodne wszystkich badanych prób wykazywały wyższą zdolność do wygaszania rodnika DPPH w stosunku do BHT. Najwyższą zdolność do wygaszania rodnika DPPH wykazywały ziarniak gryki przed procesem prażenia, najniższą zaś kasza gryczana łamana.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2009-2011 jako projekt badawczy

Literatura


- [1] Amarowicz R., Estrella I., Hernández T., Troszyńska A.: Antioxidant activity of extracts of adzuki bean and its fractions. *J. Food Lip.*, 2008, **15**, 119-136.
- [2] Bonafaccia G., Gambelli L., Fabjan N., Kreft I.: Trace elements in flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chem.*, 2003, **83**, 1-5.

- [3] Bonafaccia G., Marocchini M., Kreft I.: Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chem.*, 2003, **80**, 9-15.
- [4] Dietrych-Szóstak D., Oleszek W.: Obróbka technologiczna a zawartość antyoksydantów w przetworach gryczanych. *Przem. Spoż.*, 2001, **1**, 42-43.
- [5] Esposito F., Arlotti G., Bonifati A. M., Napolitano A., Vitale D., Fogliano V.: Antioxidant activity and dietary fiber in durum wheat bran by-products. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 1167-1173.
- [6] Gąsiorowski H.: Gryka. *Przegl. Zboż.-Młynarski*, 2008, **8**, 14-17.
- [7] Górecka D., Heś M., Szymandera-Buszka K., Dziedzic K.: Contents of selected bioactive components in buckwheat groats. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2009, **8**, 2.
- [8] Guo X., Yao H.: Fractionation and characterization of tartary buckwheat flour proteins. *Food Chem.*, 2006, **98**, 90-94.
- [9] Heś M., Górecka D., Szymandera-Buszka K., Gramza-Michałowska A., Jędrusek-Golińska A.: Zdolność ekstraktów z kaszy jęczmiennej i gryczanej do chelatowania jonów żelaza (II). *Żyw. Człow. Met.*, 2007, **34**, 1387-1391.
- [10] Holasova M., Fiedlerova V., Smrcinova H., Orsak M., Lachman J., Vavreinova S.: Buckwheat- the source of antioxidant activity in functional foods. *Food Res. Int.*, 2002, **35**, 207-211.
- [11] Jiang P., Burczynski F., Campbell C., Pierce G., Austria J. A., Briggs C. J.: Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum* and *F. homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. *Food Res. Int.*, 2007, **40**, 356-364.
- [12] Kim S.-L., Kim S.-K., Park Ch-H.: Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Res. Int.*, 2004, **37**, 319-327.
- [13] Kolniak J.: Wpływ sposobu zamrażania, rozmrażania oraz dodatków kriochronnych na zawartość polifenoli ogółem, antocyjanów i pojemność przeciwutleniającą mrożonek truskawkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **5**, 135-148.
- [14] Kreft I., Fabjan N., Yasumoto K.: Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chem.*, 2006, **98**, 508-512.
- [15] Krkošková B., Mrázová Z.: Prophylactic components of buckwheat. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 561-568.
- [16] Liu B., Zhu Y.: Extraction of flavonoids from flavonoid- rich parts in tartary buckwheat and identification of the main flavonoids. *J. Food Ing.*, 2007, **78**, 584-587.
- [17] Mensor L.L., Menezes F.S., Leitao G.G., Reis A.S., Dos Santos T.C., Coube C.S., Leitao S.G.: Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytother. Res.*, 2001, **15**, 127-130.
- [18] Nicoli M.C., Anese M., Parpinel M.: Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.*, 1999, **10**, 94-100.
- [19] Saeedeh A.-D., Devi D.V., Urooj A.: Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their heat, pH and storage stability. *Food Chem.*, 2007, **100**, 1100-1105.
- [20] Sanchez-Moreno C., Larrauri J. A., Saura-Calixto F.: A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food Agric.*, 1998, **76**, 270-276.
- [21] Sensoy Í., Rosen R. T., Ho Ch-T., Karwe M. V.: Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity. *Food Chem.*, 2006, **99**, 388-393.
- [22] Sun T., Ho Ch-T.: Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chem.*, 2005, **90**, 743-749.
- [23] Wronkowska M., Soral-Śmietana M.: Buckwheat flour- a valuable component of gluten-free formulations. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2008, **58**, 59-63.
- [24] Zielińska D., Szawara-Nowak D., Michalska A.: Antioxidant capacity of thermally-treated buckwheat. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **57**, **4**, 465-470.

CONTENTS OF SOME SELECTED ANTIOXIDANTS IN BUCKWHEAT AND PRODUCTS PRODUCED DURING ITS PROCESSING**S u m m a r y**

The first objective of the study was to determine the impact of technological treatment procedures applied during the process of manufacturing buckwheat groats on the content of antioxidants in buckwheat caryopses prior to roasting (GS) and after roasting (GPOP) buckwheat, in the buckwheat hull (GŁ), in the broken groats (KŁ), and in the whole buckwheat groats (KC). The second objective was to determine the ability of water extracts of buckwheat products to scavenge DPPH free radicals. The technological process comprised the following phases: cleaning the caryopses; roasting (at 130 °C during 60 min., after 15 min saturation using water vapour); maturing (24 h); sorting out I; dehulling; sorting the groats out, separating & removing hulls, and sorting out II. The contents of the following flavonoids were determined: rutin, catechin, quercetin, vanillin, kempferol, and acids: p-coumaric, o-coumaric, gallic, p-hydrobenzoic, caffeic, sinapyl, and ferulic. Their contents were determined using a high-speed method 'RRLC' (Rapid Resolution Liquid Chromatography) and an SB-C18 column. The acetic acid solution with methanol was an eluent. The antioxidant properties were assessed based on the ability of extracts to scavenge the DPPH radical.

The results obtained proved that the contents of antioxidants studied changed during the technological process. The highest content thereof was reported in buckwheat after roasting and the lowest in the whole groats. Rutin was a compound to appear in the highest amount. The process of roasting caused the contents of rutin, kempferol, quercetin, catechine, and gallic acid to increase, and the contents of p-coumaric and caffeic acids to decrease. O-coumaric and ferulic acids were found in no samples under analysis. The water extracts of the products investigated were characterized by a higher ability to scavenge the DPPH radical compared to BHT radical. It was found the the buckwheat prior to roasting had the highest scavenging ability, whereas the broken buckwheat groats – the lowest.

Key words: buckwheat caryopses, buckwheat groats, antioxidants, RRLC, DPPH 

MAGDALENA FUJARCZUK, MIROSŁAW ŻMIJEWSKI

JAKOŚĆ PIECZYWA PSZENNEGO W ZALEŻNOŚCI OD DODATKU OTRĄB POCHODZĄCYCH Z RÓŻNYCH ODMIAN GRYKI

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu otrąb trzech odmian gryki (Kora, Luba i Panda) na właściwości ciasta i jakość pieczywa pszenne. Otręby gryczane stosowano jako zamiennik mąki pszennej w ilości 10, 20, 30, 40 i 50 % w stosunku do masy mąki. Przygotowane próby oceniono pod względem właściwości skrobi przy wykorzystaniu amylografu Brabendera. Właściwości reologiczne ciasta pszenne i pszenno-gryczanego określono stosując farinograf Brabendera. Chleby wypieczone metodą jednofazową oceniono pod względem: objętości i nadpieku. Oceniono także porowatość miękiszu. Stwierdzono, że udział otrąb gryczanych w mieszankach i masie ciasta zmienił ich właściwości. Badania amylograficzne dowiodły, że wielkość dodatku otrąb powodowała jedynie zróżnicowanie początkowej temperatury kleikowania. Końcowa temperatura kleikowania i maksymalna lepkość kleiku mieszanek zawierających otręby odmiany Panda były niższe od wartości tych parametrów w przypadku prób zawierających otręby innych odmian. Najlepszymi właściwościami reologicznymi cechowało się ciasto z mąki pszennej. Wraz ze wzrostem dodatku otrąb gryczanych do mąki pszennej obniżeniu ulegały takie cechy farinograficzne, jak: stałość, rozmięczenie i liczba jakości. Na podstawie próbnego wypieku stwierdzono, że objętość chlebów zmniejszała się wraz ze wzrostem udziału otrąb gryczanych w mieszankach, natomiast porowatość miękiszu ulegała poprawie. Wielkość dodatku otrąb do mąki pszennej, jak również ich odmiana, nie wpłynęły na nadpiek pieczywa.

Słowa kluczowe: gryka, cechy reologiczne ciasta, jakość pieczywa pszenne, pieczywo pszenno-gryczane

Wprowadzenie

Pieczywo stanowi podstawę codziennej diety człowieka. W ostatnich latach widoczny jest spadek spożycia chleba, jednak nadal kształtuje się ono na dość wysokim poziomie [7]. Przeciętna konsumpcja w ciągu roku wynosi około 67 kg pieczywa na osobę [5]. Coraz częściej wybierane jest pieczywo wzbogacone różnego rodzaju dodatkami. Często są to dodatki naturalne, takie jak: produkty z owsa, jęczmienna, otręby

oraz zarodki pszenne i żytnie. Wzrastającym zainteresowaniem cieszy się również chleb z dodatkiem produktów gryczanych, takich jak: mąka, śruta czy otręby.

Stosowanie produktów gryczanych pozwala na wzbogacenie chleba w białko o wysokiej wartości biologicznej, podniesienie zawartości lizyny, a także dostarczenie znacznych ilości cennego tłuszczu, błonnika pokarmowego oraz pożądaných w diecie flawonoidów. Zwiększeniu ulega także ilość witamin, zwłaszcza z grupy B oraz makro- i mikroelementów [4]. Żywieniowcy wskazują na korzystne oddziaływanie produktów gryczanych na zdrowie człowieka. Według Tomotake i wsp. [24] białka gryki znacznie lepiej zapobiegają tworzeniu kamieni żółciowych niż białkowe izolaty soi. Stwierdzono również, że mają one zdolność wiązania witaminy B₁ [23], przyczyniają się do zapobiegania raka okrężnicy i raka sutka [14], a także cechują się działaniem hipocholesterolemicznym [13]. Ponadto białko gryki nie zawiera frakcji α -gliadyny, przez co produkty gryczane są z powodzeniem wykorzystywane do produkcji żywności dla osób chorych na celiakię [8]. Cennym składnikiem ziarniaków gryki jest flawonoid rutyna. Ma ona działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne i przeciwrakowe, uszczelnia naczynia krwionośne, zapobiega kruchości naczyń włosowatych i zmniejsza ryzyko występowania arteriosklerozy. Korzystna ze względów żywieniowych jest także wysoka zawartość błonnika pokarmowego, którego dobroczynna rola w organizmie człowieka została niedawno doceniona. W mące pszennej jasnej jego zawartość wynosi około 2,5 %, natomiast w mące gryczanej – 6,8 % [3]. Błonnik pokarmowy zwiększa objętość przyjmowanego pokarmu, a jednocześnie nie powiększa jego wartości energetycznej, co jest szczególnie ważne dla osób otyłych. Substancja ta zmniejsza uczucie głodu i pełni rolę wypełniacza przewodu pokarmowego. Błonnik pokarmowy wiąże również cholesterol, przez co pośrednio obniża jego poziom we krwi. Poza tym wchłania z pożywienia substancje szkodliwe dla zdrowia, takie jak metale ciężkie, toksyczne składniki środków ochrony roślin i produkty ich przemiany [16].

Przedstawiona charakterystyka nasion gryki pozwala stwierdzić, że są one pożądanym komponentem żywności. Stwierdzono korzystne oddziaływanie gryki na zdrowie człowieka, jednak niewiele prac badawczych dotyczy określenia wpływu produktów gryczanych na jakość pieczywa. Dlatego też celem badań było określenie wpływu dodatku otrąb trzech odmian gryki na właściwości ciasta i jakość pieczywa pszennego.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiły trzy odmiany gryki: Kora, Luba i Panda, pochodzące ze Stacji Hodowli Roślin w Palikijach, należącej do Przedsiębiorstwa Handlowo-Nasiennego w Lublinie Sp. z o.o. Pochodziły one ze zbioru w 2007 roku. Otręby gryczane uzyskane po przemiale ziarniaków gryki w młynie Quadrumat Junior stosowano jako zamiennik mąki pszennej typu 750, wyprodukowanej przez firmę Diamant Stra-

dunia Sp. z o.o. Mieszanki pszenno-gryczane zawierały 10, 20, 30, 40 i 50 % otrąb gryczanych w stosunku do masy mąki. Próbę kontrolną stanowiła mąka pszenna.

Jakość mąki pszennej oceniano na podstawie zawartości białka ogółem oznaczonego metodą Kjeldahla ($N \times 5,7$) [17], ilości i jakości glutenu zgodnie z PN [18], wskaźnika sedymentacji w roztworze SDS, opisaną przez Axforda i wsp. [1] W mące pszennej oznaczano również liczbę opadania metodą Hagberga-Pertena [19].

Właściwości układu skrobiowo-amylazowego mąki pszennej i mieszanek pszenno-gryczanych oceniano wykorzystując amylograf firmy Brabender [20]. W celu określenia właściwości ciasta pszennego i pszenno-gryczanego zastosowano farinograf Brabendera. Farinogramy wyceniono według PN-ISO [21].

Z mąki pszennej i mieszanek pszenno-gryczanych wypiekano chleb metodą Biskupskiego, opisaną przez Karolini-Skaradzińską i wsp. [11]. Po 24 h od wypieku pieczywo oceniano pod względem: objętości przy użyciu aparatu SA-WY (ZBPP Bydgoszcz) oraz nadpieku. Porowatość miększu chleba określano według 8-punktowej skali Dallmanna [10].

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Zastosowano analizę wariancji przy jednokierunkowej klasyfikacji dla dwóch zmiennych (odmiana gryki oraz wielkość udziału otrąb w mieszankach). Zróznicowanie wartości średnich oceniono testem Dun-cana, wyznaczając grupy jednorodne przy $P \geq 0,95$. Do obliczeń wykorzystano program statystyczny Statgraphics 6,0 plus.

Wyniki i dyskusja

Mąka pszenna typu 750 użyta w badaniach charakteryzowała się dobrą wartością wypiekową, o czym świadczą wyniki zamieszczone w tab. 1.

Tabela 1

Charakterystyka mąki pszennej typu 750.
Profile of wheat flour, type 750.

Wskaźniki / Indices	Mąka pszenna typu 750 / Wheat flour, type 750
Zawartość białka [%] Protein content	13,8
Wydajność glutenu mokrego [%] Wet gluten yield	39,7
Rozpływalność glutenu [mm] Gluten spreadability	9
Wskaźnik sedymentacji [ml] Sedimentation value	86
Liczba opadania [s] Falling number	344

Charakterystykę amylograficzną kleików z mąki pszennej i mieszanek pszenno-gryczanych przedstawiono w tab. 2. Wartości początkowej temperatury kleikowania mieszanek zależały od właściwości odmianowych, jak również od wielkości dodatku otrąb gryczanych do mąki pszennej. Próby z udziałem otrąb gryki odmian Kora i Panda cechowały się wyższą początkową temperaturą kleikowania niż mieszanki z dodatkiem otrąb odmiany Luba. Zawiesina mąki pszennej zaczynała kleikować w temp. 58,2 °C. Dodatek 10 - 30 % otrąb gryczanych przyczyniał się do obniżenia początkowej temperatury kleikowania o 1,6 - 2,3 °C. Najniższą wartością tej cechy charakteryzowały się mieszanki z 20 % dodatkiem produktu gryczanego (55,9 °C). Mieszanki zawierające 40 i 50 % otrąb miały początkową temperaturę kleikowania podobną do mąki pszennej. Końcowa temperatura kleikowania mieszanek była uwarunkowana tylko właściwościami odmianowymi gryki. Mieszanki z udziałem otrąb gryki odmiany Kora i Luba charakteryzowały się wyższą końcową temperaturą kleikowania niż mieszanki zawierające otręby odmiany Panda. Zmiany końcowej temperatury kleikowania pod wpływem ilości zastosowanych otrąb były nieistotne. Wartości maksymalnej lepkości kleiku mącznego zależały od odmian, z których otrzymano otręby, zastosowane w mieszankach. Próby z dodatkiem otrąb odmiany Luba charakteryzowały się najwyższą wartością badanej cechy, niższą lecz statystycznie podobną – mieszanki z dodatkiem otrąb odmiany Kora, natomiast najmniejszą maksymalną lepkością cechowały się mieszanki z dodatkiem otrąb z ziarniaków gryki odmiany Panda. Wartości omawianej cechy w przypadku mąki pszennej i mieszanek z różnym udziałem produktów gryczanych wahały się od 625 do 845 AU.

Dojczew i wsp. [5] stwierdzili, że wartości maksymalnej lepkości kleików były wprost proporcjonalne do udziału mąki gryczanej w mieszankach. Nie stwierdzili natomiast wpływu stosowanego dodatku na wartość początkowej i końcowej temperatury kleikowania.

W badaniach własnych stwierdzono zmiany początkowej temperatury kleikowania i brak zmian pozostałych cech amylograficznych. Niezgodności te mogą wynikać ze zróżnicowanego materiału badawczego stosowanego przez wymienionych autorów i w badaniach własnych.

Dodatek otrąb gryczanych do mąki pszennej powodował uzyskanie ciasta o odmiennej charakterystyce farinograficznej niż ciasto z mąki pszennej (tab. 3). Wodochłonność materiału badawczego uzależniona była zarówno od wielkości dodatku otrąb do mąki pszennej, jak i od odmiany gryki, z której pochodziły otręby zastosowane w mieszankach. Próby z otrębami gryki odmian Luba i Kora charakteryzowały się większą wodochłonnością niż materiał z otrębami odmiany Panda. Wzrastający udział otrąb w mieszankach przyczynił się do wzrostu wodochłonności mieszanek. Podobną zależność stwierdzili również Dojczew i wsp. [5], którzy prowadzili badania z zasto-

sowaniem mąki gryczanej, jak również Kawka i wsp. [11], badający wpływ otrąb jęczmiennych na właściwości ciasta i cechy chleba.

Tabela 2

Cechy amylograficzne mieszanek pszenno-gryczanych.
Amylographic features of wheat-buckwheat blends.

Czynnik Factor		Cecha Feature	Początkowa temperatura kleikowania Initial temperature of gelanization [°C]	Końcowa temperatura kleikowania Final temperature of gelanization [°C]	Maksymalna lepkość kleiku Maximum viscosity of gruel [AU]
Odmiana gryki Buckwheat variety	Kora		57,9a	88,3a	847a
	Luba		56,5b	86,6a	883a
	Panda		57,5ab	77,8b	463b
Wielkość dodatku [%] Added quantity	0		58,2a	83,7a	730a
	10		56,6bc	84,0a	623a
	20		55,9c	83,1a	683a
	30		56,4bc	83,0a	723a
	40		57,9ab	83,7a	783a
	50		58,7a	87,8a	843a

a, b, c – grupy jednorodne według testu Duncana,
a, b, c – homogenous groups according to the Duncan's test.

Czas rozwoju ciasta zależał wyłącznie od wielkości dodatku otrąb do mąki pszennej. W przypadku mąki pszennej czas rozwoju był najdłuższy i wynosił 6,0 min. Zastosowanie otrąb wpłynęło na skrócenie czasu rozwoju ciasta, jednak wraz ze wzrostem dodatku otrąb do mąki pszennej czas ten wydłużał się. Wielkość udziału otrąb gryczanych w mieszankach wpłynęła na różnicowanie stałości ciasta. Wraz ze wzrostem dodatku otrąb gryczanych do mąki pszennej ulegała ona zmniejszeniu. Największą stałością charakteryzowała się mąka pszenna. Odmiany gryki, z których otrzymano otręby zastosowane w mieszankach nie wpływały na różnicowanie stałości ciasta. Rozmiękczenie uzależnione było od ilości otrąb w mieszankach, natomiast nie miały na nie wpływu odmiany gryki, z których otrzymano produkty wykorzystane do sporządzenia mieszanek. Dla mąki pszennej rozmiękczenie było najmniejsze i wynosiło 50 FU. Wraz ze wzrostem dodatku otrąb do mąki pszennej zwiększała się wartość badanej

cechy. Odmiany gryki, z których otrzymano otręby, a także ich ilość w mieszankach wpływały na zróżnicowanie liczby jakości. Najwyższą wartością liczby jakości charakteryzowała się mąka pszenna, a najniższą próba z 40 % zawartością otrąb gryczanych. Stwierdzono, że spośród przygotowanych mieszanek wyższą wartością liczby jakości charakteryzowały się mieszanki, które zawierały otręby odmiany Luba. Mieszanki z produktami odmian Kora i Panda miały podobną liczbę jakości.

Tabela 3

Cechy farinograficzne mieszanek pszenno-gryczanych.
Farinograph traits of wheat-buckwheat blends.

Czynnik Factor		Cecha Feature	Wodochłonność mąki Water absorption of flour [%]	Czas rozwoju ciasta Time of dough development [min]	Stalność ciasta Dough stability [min]	Rozmiękczenie Softening [FU]	Liczba jakości Quality number [mm]
Odmiana gryki Buckwheat variety	Kora		71,8a	5,2a	3,5a	92a	76b
	Luba		72,1a	5,3a	4,3a	85a	81a
	Panda		70,8b	4,9a	4,1a	93a	74b
Wielkość dodatku [%] Quantity added	0		68,2d	6,0a	9,5a	50c	110a
	10		69,5c	4,4d	4,4b	87b	74bc
	20		71,2b	4,6cd	3,9b	77b	77b
	30		73,1a	5,1bc	2,5c	97ab	68bc
	40		73,7a	5,2b	2,0c	117a	65c
	50		73,8a	5,4b	1,4c	113a	69bc

a, b, c, d – grupy jednorodne według testu Duncana,
a, b, c, d – homogenous groups according to the Duncan's test.

Przeprowadzony wypiek laboratoryjny pozwolił na stwierdzenie, że zastosowanie otrąb gryczanych, jako zamiennika mąki chlebowej, powoduje zmianę jakości pieczywa (tab. 4). Jego objętość, porowatość miękiszu i walory smakowo-zapachowe są uzależnione od procentowego udziału otrąb w masie ciasta. Cechy jakościowe ciasta pszenno-gryczanego, na skutek zastosowanego dodatku, ulegają zmianie ze względu na różnego rodzaju oddziaływania w układzie białkowym i węglowodanowym, a także wskutek odmiennej zdolności do wytwarzania i zatrzymywania gazów w strukturze ciasta. Dziki i Laskowski [7] wykazali, że 10 i 20 % dodatek mąki gryczanej wpłynął

korzystnie na cechy smakowo-zapachowe chleba. W badaniach własnych stwierdzono, że dodatek otrąb gryczanych w tych samych ilościach korzystnie oddziałuje na cechy smakowo-zapachowe, powoduje także wzrost objętości chleba, jednak prowadzi do zmniejszenia porowatości miękiszu. Największą objętością charakteryzował się chleb wypieczony z mieszanki zawierającej 10 % otrąb gryczanych, natomiast zastosowanie otrąb w ilości większej niż 20 % prowadziło do znacznego zmniejszenia objętości bochenków. Badania prowadzone przez Gambuś i wsp. [9], z wykorzystaniem otrąb owsianych, wykazały, że dodatek tego surowca już w ilości 10 % w stosunku do masy mąki pszennej prowadzi do znacznego zmniejszenia objętości pieczywa. Z kolei Pomeranz i wsp. [22] stwierdzili, że zmniejszenie objętości pieczywa na skutek wzrastającego udziału produktów gryczanych w mieszankach może być związane z wprowadzeniem surowca bezglutenowego, jak również wysokim udziałem produktów błonnikowych, co wpływa na obniżenie zdolności zatrzymywania gazów.

Tabela 4

Cechy wypiekowe mieszanek pszenno-gryczanych.
Baking features of wheat-buckwheat blends.

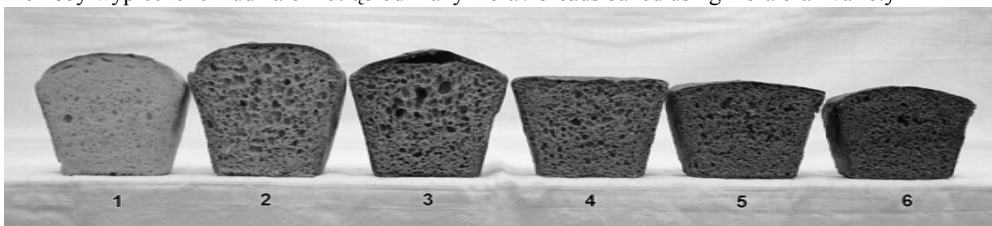
Czynnik Factor		Cecha Feature	Objętość chleba ze 100 g mąki Volume of bread made of 100 g flour [cm ³]	Nadpiek chleba Overbake of bread [%]	Porowatość miękiszu wg skali Dallmanna Crumb porosity according to Dallmanns' scale [pkt] /[points]
Odmiana gryki Buckwheat variety		Kora	480a	52,8a	6a
		Luba	480a	53,5a	6a
		Panda	485a	54,8a	6a
Wielkość dodatku [%] Quantity added varieties	0		516c	55,2a	7a
	10		572a	53,3a	5c
	20		534b	53,1a	4d
	30		481d	53,5a	5c
	40		407e	53,1a	6b
	50		377f	53,9a	7a

a, b, c, d, e, f – grupy jednorodne według testu Duncana,

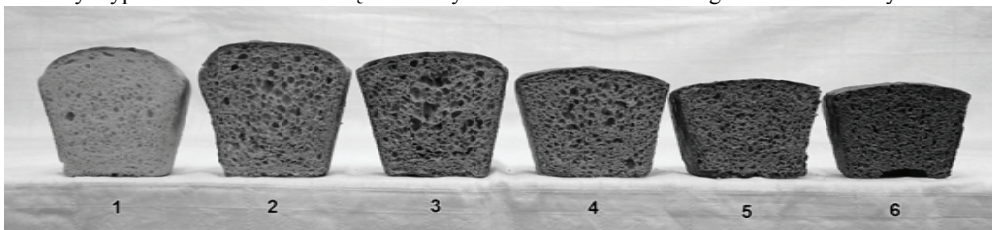
a, b, c, d, e, f - homogenous groups according to the Duncan's test.

Wielkość nadpieku nie zależała ani od ilości otrąb w mieszance, ani od odmiany gryki, z której pochodziły otręby zastosowane w mieszankach, natomiast porowatość miększu chleba zależała wyłącznie od ilości otrąb w mieszankach. W 8-punktowej skali Dallmanna 7 pkt uzyskał chleb wypieczony z mąki pszennej oraz chleb uzyskany z mieszanki zawierającej 50 % otrąb gryczanych. Najmniejszą porowatością charakteryzował się miększ chleba wypieczonego z 20 % udziałem otrąb w mieszance (4 pkt).

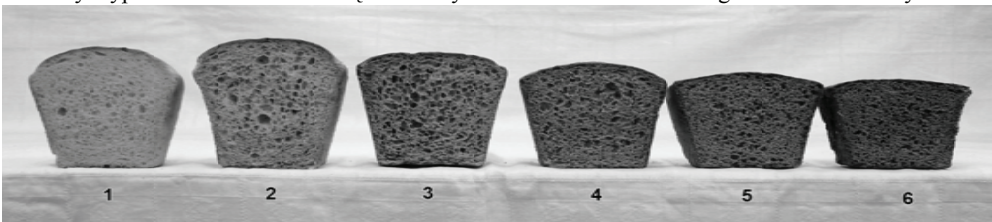
A - chleby wypieczone z udziałem otrąb odmiany Kora / breads baked using Kora bran variety



B - chleby wypieczone z udziałem otrąb odmiany Luba / breads baked using Luba bran variety



C - chleby wypieczone z udziałem otrąb odmiany Panda / breads baked using Panda bran variety



Fot. 1. Porowatość chlebów wypieczonych ze zmiennym udziałem otrąb gryczanych (1 - 0 %, 2 - 10 %, 3 - 20 %, 4 - 30 %, 5 - 40 %, 6 - 50 %)

Phot. 1. Crumb porosity of bread baked with various quantities of buckwheat bran added (1 - 0 %, 2 - 10 %, 3 - 20 %, 4 - 30 %, 5 - 40 %, 6 - 50 %)

Chleby wypieczone z mieszank charakteryzowały się ciemniejszą barwą w porównaniu z pieczywem pszennym. Wraz ze wzrostem udziału otrąb w mieszankach, barwa chleba stawała się coraz ciemniejsza. udział 20 % i większy otrąb w masie ciasta spowodował, że miększ pieczywa miał charakterystyczne szare przebarwienia. Cechą szczególną pieczywa wypieczonego z mieszank zawierających 20 % otrąb była również odmienna porowatość miększu (fot. 1). Pory były tu wyraźnie większe w porów-

naniu z porami bochenków wypieczonych z mieszanek zawierających 10, 30, 40 czy 50 % otrąb gryczanych. Wzrost zawartości otrąb gryczanych w mieszankach spowodował również wyraźne zróżnicowanie elastyczności miększu chleba. Chleb wypieczony z mieszanek zawierających 10 i 20 % dodatek otrąb był porównywalny pod względem elastyczności z chlebem wypieczonym z mąki pszennej. Większy udział otrąb gryczanych w mieszankach przyczynił się do znacznego zmniejszenia elastyczności miększu chleba. Otręby gryczane były przyczyną odmiennego smaku i zapachu chleba wypieczonego z ich udziałem. Już 30 % dodatek otrąb sprawił, że wyczuwalny był smak gryki, zbliżony do smaku kaszy gryczanej. Większy dodatek otrąb powodował pojawienie się posmaku gorzkiego, który był szczególnie wyczuwalny w chlebie otrzymanym z mieszanki zawierającej 50 % otrąb gryczanych.

Wnioski

1. Zastosowanie otrąb gryczanych, jako zamiennika mąki pszennej w ilości do 10 %, pozwoliło na uzyskanie ciasta o korzystnych właściwościach reologicznych oraz pieczywa o większej objętości i poprawnej strukturze miększu.
2. Mieszanki zawierające otręby z ziarniaków gryki odmiany Kora i Panda odznaczały się wyższą początkową temperaturą kleikowania niż mieszanki z otrębami odmiany Luba. Końcowa temperatura kleikowania i maksymalna lepkość kleiku były niższe w przypadku prób z otrębami odmiany Panda niż mieszanek pozostałych odmian gryki. Ilość dodatku produktu gryczanego wpływała jedynie na zróżnicowanie początkowej temperatury kleikowania.
3. Mieszanki zawierające powyżej 20 % otrąb gryczanych charakteryzowały się podobną, wysoką wodochłonnością oraz słabszymi właściwościami reologicznymi wyrażonymi stałością ciasta, rozmiękczeniem i liczbą jakości. Najlepszymi cechami farinograficznymi odznaczała się mąka pszenna, cechująca się najmniejszą wodochłonnością.
4. Dodatek otrąb do mąki pszennej wpłynął na objętość wypieczonego chleba. Udział produktów gryczanych w mieszance powyżej 30 % spowodował znaczny spadek objętości chleba, przy czym chleb z udziałem 10 i 20 % cechował się większą objętością niż pieczywo uzyskane z mąki pszennej. Większa zawartość otrąb w mieszankach pozwoliła na uzyskanie chleba o porowatości miększu porównywalnej z porowatością miększu chleba wypieczonego z mąki pszennej. Zarówno wielkość dodatku otrąb do mąki pszennej, jak i odmiana gryki nie miały wpływu na nadpiek pieczywa.

Literatura


- [1] Axford D.E.W., McDermott E.E., Redman D.G.: Note on sodium dodecyl sulfate test of breadmaking quality; comparison with Pelshenke and Zeleny test. *Cereal Chem.*, 1979, **56**, 582-584.
- [2] Bartnikowska E.: Dodatki do pieczywa o działaniu prozdrowotnym. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 2007, **8**, 4-9.
- [3] Bonaffacia G., Marocchini M., Kret I.: Composition and technological properties of the flour and bran from common and tatar buckwheat. *Food Chem.*, 2003, **80**, 9-15.
- [4] Dietrych-Szóstak D., Suchecki Sz.: Wybrane cechy jakościowe nasion polskich odmian gryki. *Pam. Puł.*, 2003, **133**, 35-41.
- [5] Dmochowska H. (pod red.): *Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*. GUS, Warszawa 2007.
- [6] Dojczew D., Kosiewicz D., Lewczuk J.: Wpływ dodatków naturalnych na jakość pieczywa pszennego. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 1996, **7**, 35-36.
- [7] Dziki D., Laskowski J.: Wpływ dodatku mąki gryczanej do mąki pszennej na wybrane cechy ciasta i miękiszu pieczywa. *Acta Agrophysica*, 2005, **6 (3)**, 617-624.
- [8] Fornal Ł.: Chemizm nasion gryki i kierunki spożywczego wykorzystania. *Biul. Nauk.*, 1999, **4**, 7-17.
- [9] Gambuś H., Pisulewska E., Gambuś F.: Zastosowanie produktów przemiału owsa nieoplewionego do wypieku chleba. *Biul. IHAR*, 2003, **229**, 283-290.
- [10] Jakubczyk T., Haber T. (pod red.): *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1983.
- [11] Karolini-Skaradzińska Z., Subda H., Korczak B., Kowalska M., Żmijewski M., Czubaszek A.: Ocena technologiczna ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **2 (27)**, 68-77.
- [12] Kawka A., Węgłerska-Smolarkiewicz E., Gąsiorowski H.: Wpływ produktów jęczmiennych na właściwości ciasta i cechy chleba. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 1997, **12**, 8-9.
- [13] Kayashita J., Shimaoka I., Nakajoh M., Kato N.: Feeding of buckwheat protein extract reduces hepatic triglyceride concentration, adipose tissue weight, and hepatic lipogenesis in rats. *Nutritional Biochemistry*, 1996, **7**, 555-559.
- [14] Kayashita J., Shimaoka I., Nakajoh M., Kishida N., Kato N.: Composition of a buckwheat protein extract retards 7,12-dimethylbenz[alpha]-anthracene-induced mammary carcinogenesis in rats. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 1999, **63**, 1837-1839.
- [15] Krkoskova B., Mrazova Z.: Prophylactic components of buckwheat. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 561-568.
- [16] Mielcarz M.: Wartość odżywcza pieczywa i jego przeznaczenie dla konsumentów wymagających określonych diet cz. II. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2004, **12**, 12-14.
- [17] PN-75/A-04018. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko.
- [18] PN-77/A-74041. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – oznaczanie ilości i jakości glutenu.
- [19] PN-ISO 3093:1996. Zboża – oznaczanie liczby opadania.
- [20] PN-ISO 7973:2001. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie lepkości mąki. Metoda z zastosowaniem amylografu.
- [21] PN-ISO 5530-1:1999. Mąka pszena. Fizyczne właściwości ciasta. Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- [22] Pomeranz Y., Shorgen M., Finney K.F., Bechtel D.B.: Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem.*, 1977, **54**, 25-41.
- [23] Szczukowski S., Tworkowski J.: Gryka, roślina alternatywna o wielorakich możliwościach wykorzystania. *Fragm. Agron.*, 1994, **3 (43)**, 55-59.

- [24] Tomotake H., Shimaoka I., Kayashita J., Yokoyama F., Nakajoh M., Kato N.: A buckwheat protein product suppresses gallstone formation and plasma cholesterol more strongly than soy protein isolate in hamsters. *J. Nutr.*, 2000, **130**, 1670.

WHEAT BREAD QUALITY DEPENDING ON THE ADDITION OF BRAN DERIVED FROM VARIOUS BUCKWHEAT VARIETIES

S u m m a r y

The objective of the study was to evaluate the impact of three various buckwheat varieties (Kora, Luba, and Panda) on the properties of wheat bread dough and quality of wheat bread. Buckwheat bran was applied as a replacement of wheat flour, and constituted 10, 20, 30, 40, and 50 % of the flour weight. The prepared samples were assessed as regards their starch features using a Brabender amylograph. The rheological properties of wheat and wheat-buckwheat doughs were determined using a Brabender farinograph. The wheat and wheat – buckwheat breads, baked using a one – phase method, were assessed as regards their volume and overbake. Also, their crumb porosity was evaluated. It was found that the buckwheat contained in the flour-buckwheat blends and in the dough mass changed their properties. The amylographic analysis proved the amount of buckwheat added caused only the initial temperature of gelatinization to change. The final temperature of gelatinization and the maximum viscosity of gruel of blends containing the Panda-type of bran were lower than those of samples containing bran of other varieties. The wheat dough proved to have the best rheological features. Along with the increasing amount of buckwheat products added to the wheat flour, the following farinographic features became worse: consistency, softening, and quality number. Based on batch samples of the bread baked, it was found that the bread volumes decreased along with the increase in the amount of buckwheat added to the wheat flour, whereas the crumb porosity improved. Neither amount of bran added to the wheat nor the bran variety type impacted the overbake of the bread baked.

Key words: buckwheat, rheological properties of dough, wheat bread quality, wheat-buckwheat bread 

AGATA WOJCIECHOWICZ, ZYGMUNT GIL

JAKOŚĆ PIECZYWA PSZENNEGO Z UDZIAŁEM BŁONNIKA POKARMOWEGO RÓŻNEGO POCHODZENIA

Streszczenie

Badania miały na celu ocenę właściwości ciasta i jakości pieczywa pszenne z udziałem trzech rodzajów preparatów błonnika pokarmowego (jabłkowego, kakaowego i owsianego). Udział błonnika zastosowany w doświadczeniu wynosił od 0 do 15 %. W badaniach oznaczono wyróżniki jakości i cechy amylograficzne mąki wzbogaconej błonnikiem pokarmowym, właściwości farinograficzne ciasta oraz wykonano wypiek chleba i oceniono jego jakość oraz pożądalność.

Badania wykazały, że udział błonnika jabłkowego w mieszankach powodował obniżenie wartości cech jakościowych mąki, właściwości reologicznych ciasta (oprócz wodochłonności mąki) oraz objętości chleba. Próby z udziałem błonnika kakaowego cechowały się najwyższymi wartościami cech amylograficznych mąki oraz cech jakościowych chleba. Natomiast najwyższymi wartościami cech jakościowych mąki, najmniejszą chłonnością wody oraz najmniejszym nadpiekiem i najmniejszą porowatością cechowały się mieszanki z udziałem błonnika owsianego. Wzrastający udział błonnika pokarmowego w próbach powodował wzrost maksymalnej lepkości kleików mącznych, wodochłonności mąki, czasu rozwoju ciasta, liczby jakości, nadpieku chleba oraz poprawę porowatości miękiszu chleba przy jednoczesnym zmniejszeniu wydajności glutenu, wskaźnika sedymentacyjnego, liczby opadania, stałości ciasta oraz objętości chleba. Najwyższą jakością sensoryczną cechowały się chleby z udziałem błonnika owsianego, a najniższą z udziałem preparatu kakaowego. W ocenie konsystencji najwyższe noty uzyskały chleby z 5 i 10 % udziałem preparatów błonnikowych.

Słowa kluczowe: błonnik pokarmowy, mąka pszenna, jakość pieczywa

Wprowadzenie

Na przestrzeni ostatnich lat obserwuje się zmiany w sposobie odżywiania ludzi, będące skutkiem upowszechnienia osiągnięć postępu technologicznego, zmian zwyczajów żywieniowych, a także trybu życia [6, 7]. Zmiany cywilizacyjne spowodowały wzrost spożycia żywności wysoko przetworzonej, czego skutkiem było zmniejszenie

w diecie ilości błonnika pokarmowego, niezbędnego do prawidłowego funkcjonowania organizmu [4, 13].

Ze względu na mniejsze spożycie błonnika pokarmowego w porównaniu z zaleceniami (dietetycy zalecają spożywanie ok. 30 - 40 g błonnika dziennie, podczas gdy przeciętne spożycie wynosi tylko 15 g), istotnym zadaniem technologów jest wzbogacanie produktów w błonnik pokarmowy. Związki te nie należą do substancji biologicznie czynnych, jednak wywierają istotny wpływ na metaboliczne i fizjologiczne procesy w organizmie człowieka. Włókno roślinne buforuje i wiąże nadmiar kwasu solnego w żołądku, zwiększa wypełnienie jelit i pobudza ich perystaltykę, tworzy również korzystne podłoże do rozwoju pożądaney flory bakteryjnej w jelicie grubym. W świetle przewodu pokarmowego składniki włókna roślinnego wiążą szereg substancji, a także cholesterol i kwasy żołądkowe [4, 9, 14]. Ze względu na te właściwości włókno roślinne ma duże znaczenie w profilaktyce chorób cywilizacyjnych, do których zalicza się otyłość, miażdżycę, choroby serca, nowotwory jelita grubego i cukrzycę [8, 13, 25].

Obecnie konsumenci preferują jasne pieczywo pszenne, które jest jednak ubogie w wartościowe składniki odżywcze oraz błonnik [8, 10]. Podejmuje się więc wzbogacanie jasnego pieczywa pszennego preparatami wysokobłonnikowymi, które oprócz błonnika zawierają także inne związki, np. teobrominę (preparat kakaowy), kwasy organiczne, witaminy, pektyny czy garbniki (preparat jabłkowy). Do produkcji preparatów wysokobłonnikowych wykorzystuje się przede wszystkim bogate w nieprzyswajalne węglowodany części zbóż, owoców i warzyw, będące odpadami przemysłu zbożowo-młynarskiego i owocowo-warzywnego. Zastosowanie odpadów przemysłowych do produkcji preparatów jest wygodne i opłacalne ze względu na dostępność surowca oraz niski jego koszt [3].

Celem badań była ocena właściwości ciasta i jakości pieczywa pszennego z udziałem preparatów błonnikowych różnego pochodzenia.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiła mąka pszenna typu 750, do której dodawano 3 rodzaje wysoko rozdrobnionych preparatów błonnikowych, produkcji Microstructure Sp. z o.o. z Warszawy, pochodzących z: wycieków jabłkowych (błonnik jabłkowy) o wilgotności 3,6 % i zawartości białka 5,9 %, łuski kakaowej (błonnik kakaowy) o wilgotności 6,3 % i zawartości białka 18,8 % oraz z łuski owsianej (błonnik owsiany) o wilgotności 7,1 % i zawartości białka 20,1 %. Udział preparatów w próbach wynosił 0, 5, 10 i 15 %. Próbę kontrolną stanowiła mąka pszenna bez dodatku błonnika pokarmowego.

Na badanych próbach wykonano oznaczenia: zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla [15], stosując współczynnik przeliczeniowy $N \times 5,7$; ilości i jakości glutenu [16]; liczby opadania metodą Hagberga-Pertena [17]; wskaźnika sedymentacyjnego

testem Zeleny'ego [18]; właściwości reologicznych ciasta za pomocą farinografu Brabendera [19] oraz właściwości amylograficznych mąki [20].

Wypiek pieczywa prowadzono metodą opracowaną w Zakładzie Technologii Zbóż Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu według następującej receptury: mąka pszenna 250 g, drożdże 7,5 g, sól 3,8 g, woda do uzyskania konsystencji 300 FU. Ciasto sporządzano metodą jednofazową. Czas mieszania wynosił 3 min. Następnie około 300 g ciasta nakładano do form i poddawano fermentacji w temp. 30 - 35 °C przez 1 h. Po godzinnej fermentacji ciasto poddawano przegniataniu i ponownie wstawiano do komory fermentacyjnej. Po 30 min ciasto ponownie przegniatano i odstawiano do fermentacji końcowej. Wypiek chleba w piecu laboratoryjnym trwał 30 min w temp. około 240 °C. Pieczywo oceniano na podstawie nadpieku chleba, objętości chleba ze 100 g mąki w aparacie SA-Wy, porowatości mięksiszu według skali Dallmanna. Chleby poddawano ocenie sensorycznej przy użyciu 9-stopniowej werbalnej skali hedonicznej [24], w której 9 pkt przyznaje się próbie o najbardziej pożądanych cechach, a 1 pkt próbie, której cech się zdecydowanie nie lubi. Oceniano wygląd, barwę skórki i mięksiszu, konsystencję, zapach i smak chlebów. Grupa oceniająca składała się z 6 osób.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu jednokierunkowej analizy wariancji dla dwóch zmiennych (rodzaj i udział błonnika pokarmowego) przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$. Średnie wyceniono testem Duncana.

Wyniki i dyskusja

Dodatek do mąki pszennej różnych rodzajów i ilości błonnika pokarmowego spowodował zmianę cech jakościowych mieszanek (tab. 1). Najmniejszą zawartością białka, wydajnością i rozpuszczalnością glutenu oraz liczbą opadania charakteryzowały się próby z udziałem błonnika jabłkowego, natomiast najwyższe wartości wykazano w próbach z udziałem błonnika owsianego. Wzrastający udział preparatów błonnikowych w mieszankach spowodował wzrost zawartości białka. Wynika to z wysokiej zawartości białka w czystych preparatach błonnikowych. Vergara-Valencia i wsp. [26] stwierdzili natomiast zmniejszenie zawartości białka w chlebie pod wpływem dodatku preparatu błonnikowego z mango. Podobną tendencję zanotowali Ajila i wsp. [1], badając możliwość zastosowania preparatów wysokobłonnikowych w wyrobach ciastkarskich. W praktyce piekarskiej uważa się, że mąka chlebowa powinna zawierać powyżej 25 % glutenu mokrego. Wydajność glutenu malała wraz ze wzrostem udziału preparatów błonnikowych w próbach, co może być spowodowane interakcją między preparatami błonnikowymi a glutenem, na co wskazują wyniki badań Chen i wsp. [5].

Tabela 1

Średnie wartości cech jakościowych mąki pszennej w zależności od rodzaju i udziału błonnika pokarmowego.

Mean values of wheat flour quality properties depending on the type and content level of dietary fibre.

Czynnik Factor	Cecha Trait	Białko ogółem Total protein [%]	Wydajność glutenu Wet gluten [%]	Rozpływalność glutenu Deliquescence of wet gluten [mm]	Wskaźnik sedymentacyjny Sedimentation value [ml]	Liczba opadania Falling number [s]
Rodzaj błonnika pokarmowego Type of dietary fibre	jabłkowy apple	12,1 b	17,5 b	1,4 b	37,6 a	362 b
	kakaowy cocoa	13,0 a	19,9 b	1,7 ab	27,2 b	375 a
	owsiany oat	12,9 a	29,7 a	2,7 a	34,1 a	374 a
Udział błonnika pokarmowego Content of dietary fibre [%]	0	12,2 b	31,1 a	1,8 a	38,0 a	381 a
	5	12,6 ab	29,6 a	2,0 a	33,6 ab	363 b
	10	13,1 a	16,8 b	2,2 a	29,7 b	363 b
	15	12,7 ab	11,9 b	1,8 a	30,8 b	374 ab

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c, d, e – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha \leq 0,05$;

a, b, c, d, e – mean values in the columns, denoted by different letters, differ statistically significant at a level of $\alpha \leq 0.05$;

Największą wydajnością ocenianego wyróżnika charakteryzowały się próby: kontrolna i z 5 % udziałem błonnika (31,1 % i 29,6 %), natomiast najmniejszą próby z 10 i 15 % udziałem błonnika (16,8 % i 11,9 %). Przy 10 i 15 % udziale błonnika w mieszance stwierdzono pewne trudności w wymyciu związłego glutenu. Jakość glutenu można określać na podstawie jego rozpływalności. Gluten mocny tylko w niewielkim stopniu rozpływa się podczas termostatowania w temp. 30 °C. Wartości tej cechy mieściły się w przedziale od 1,4 do 2,7 mm, co świadczy o dużej mocy wymytego glutenu. Najwyższą wartością omawianej cechy charakteryzowały się próby z preparatem owsianym (2,7 mm), a najmniejszym z jabłkowym (1,4 mm). O wartości wypiekowej mąki decyduje nie tylko ilość, lecz także jakość glutenu, którą można określić za pomocą wskaźnika sedymentacyjnego. Charakteryzuje on gluten pod względem jakościowo-ilościowym. Mąka o wysokiej zawartości glutenu dobrej jakości odznacza się wysokim wskaźnikiem sedymentacyjnym. Najniższe wartości tej cechy (27,2 ml) osiągnęły mieszanki z błonnikiem kakaowym. Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego ulegał stopniowemu obniżeniu wraz ze wzrostem udziału błonnika w próbach. W ocenie jakości mąki ważna jest także aktywność enzymów amylolitycznych. Aktywność

α -amylazy można określać pośrednio na podstawie liczby opadania. Przy dużej aktywności tego enzymu kleiki są szybko upłynniane, a liczba opadania jest niska. Uzyskane wartości liczby opadania były wysokie i wahały się od 362 do 381 s, przy czym najwyższą wartość tej cechy uzyskano w przypadku próby kontrolnej (381 s), a najniższą w próbach z 5 i 10 % udziałem błonnika (363 s). W badaniach prowadzonych przez Mielcarz [13] zastosowanie dodatku różnych rodzajów błonnika do mąki w ilości od 5 do 15 % spowodowało niewielkie zmiany liczby opadania.

W tab. 2. przedstawiono wartości cech amylograficznych mąki pszennej z udziałem trzech rodzajów błonnika pokarmowego. Badania wykazały, że zastosowany w doświadczeniu preparat błonnika kakaowego charakteryzował się najwyższymi wartościami cech amylograficznych mieszanek. Rosnący udział błonnika w próbach wpłynął istotnie jedynie na maksymalną lepkość kleików mącznych, powodując jego wzrost z 1080 FU (próba kontrolna) do 1236 FU (15 % udziału błonnika).

Tabela 2

Średnie wartości cech amylograficznych mąki pszennej w zależności od rodzaju i udziału błonnika pokarmowego.

Mean values of amylographic properties of wheat flour depending on the kind and content level of dietary fibre.

Czynnik Factor		Cecha Trait	Temperatura początkowa kleikowania Initial temperature of gelatinization [°C]	Temperatura końcowa kleikowania Final temperature of gelatinization [°C]	Czas kleikowania Gelatinization time [min]	Maksymalna lepkość kleików mącznych Maximum viscosity of gelatinized doughs [AU]
Rodzaj błonnika pokarmowego Type of dietary fibre	jabłkowy apple		58,8 ab	87,2 b	38,1 b	1158 a
	kakaowy cocoa		59,0 a	89,2 a	39,4 a	1048 a
	owsiany oat		57,8 b	87,1 b	38,0 b	1127 a
Udział błonnika pokarmowego Content of dietary fibre [%]	0		58,4 a	87,0 a	38,0 a	1080 b
	5		58,6 a	87,6 a	38,4 a	1003 b
	10		58,4 a	88,5 a	39,0 a	1125 ab
	15		58,6 a	88,1 a	38,7 a	1236 a

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

Największą chłonnością wody charakteryzowały się mieszanki z udziałem błonnika jabłkowego (67,2 %), a najmniejszą z udziałem błonnika owsianego (65,2 %)

(tab. 3). Podobne wyniki uzyskała Mielcarz [13]. Wzrastający udział preparatów błonnikowych w mieszankach spowodował stopniowy wzrost wodochłonności mąki z 58,2 %, w próbie kontrolnej, do 73,9 %, w próbach z 15 % udziałem błonnika (tab. 3). Taką zależność potwierdzają badania innych autorów [1, 2, 13, 22]. Zjawisko to jest prawdopodobnie spowodowane obecnością w strukturze błonnika znacznej ilości grup hydroksylowych, które umożliwiają intensywniejszą reakcję wody z wiązaniami wodorowymi [21]. Wzrost wodochłonności stwierdzono także w przypadku dodawania do mąki otrąb różnych zbóż [23], które zawierają dużo błonnika. Najkrótszy czas rozwoju i stałość ciasta, największe rozmiękczenie i najmniejszą liczbę jakości uzyskano w przypadku mieszanek z udziałem błonnika jabłkowego (tab. 3). W miarę stosowania większej ilości błonnika pokarmowego w mieszankach wydłużał się czas rozwoju ciasta, a także nastąpił wzrost liczby jakości. Najmniejszą stałość ciasta uzyskano w próbach z maksymalnym udziałem preparatu błonnikowego (15 %) (4,0 min). W badaniach prowadzonych przez Wanga i wsp. [25] dodawane do ciasta błonniki nie wpłynęły na czas rozwoju i stałość ciasta, które są wskaźnikami siły mąki. Im wyższe ich wartości, tym silniejsze powstanie ciasto. Natomiast Sudha i wsp. [23] podają, że dodatek do ciasta otrąb różnego pochodzenia powoduje obniżenie stałości ciasta oraz wydłużenie czasu rozwoju ciasta. Podobne wyniki doświadczeń uzyskali Ajila i wsp. [1]

Tabela 3

Średnie wartości cech farinograficznych mąki pszennej w zależności od rodzaju i udziału błonnika pokarmowego.

Mean values of farinographic properties of wheat flour depending on the type and content level of dietary fibre.

Czynnik Factor	Cecha Trait	Objętość chleba Bread volume [cm ³ /100g mąki / flour]	Nadpiek chleba Overbake [%]	Porowatość mięszku wg skali Dallmanna Porosity of the crumb acc. to Dallmann scale
Rodzaj błonnika pokarmowego Type of dietary fibre	jabłkowy apple	468 b	57,9 a	7 a
	kakaowy cocoa	508 a	57,9 a	6,5 a
	owsiany oat	506 a	54,7 b	6 b
Udział błonnika pokarmowego Content of dietary fibre [%]	0	588 a	47,6 d	5 c
	5	527 b	53,9 c	6 b
	10	449 c	59,4 b	7 a
	15	411 d	66,5 a	8 a

Objaśnienia jak pod ta. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

oraz Sudha i wsp. [22], podczas których badano wpływ dodatku preparatu błonnikowego z mango oraz wytlóków jabłkowych na właściwości reologiczne ciasta. Dłuższy czas rozwoju ciasta spowodowany jest „rozcieńczeniem” glutenu poprzez dodatek błonnika oraz możliwą ich interakcją. Rozmiękczenie ciasta mieściło się w przedziale od 68 do 98 FU, przy czym najniższą jego wartość otrzymano w próbie z udziałem błonnika owsianego.

Tabela 4

Średnie wartości cech jakościowych pieczywa pszennego w zależności od rodzaju i udziału błonnika pokarmowego. ↓

Mean values of quality properties of wheat bread depending on the type and content level of dietary fibre.

Cecha Trait		Wodochłonność mąki Water absorption of flour [%]	Czas rozwoju ciasta Development time of dough [min]	Stalność ciasta Dough stability [min]	Rozmiękczenie ciasta Softening of dough [FU]	Liczba jakości Quality number [mm]
Czynnik Factor						
Rodzaj błonnika pokarmowego Type of dietary fibre	jabłkowy apple	67,2 a	4,7 b	4,0 b	98 a	82 b
	kakaowy cocoa	66,0 b	6,7 a	5,9 a	92 a	104 a
	owsiany oat	65,2 c	5,8 ab	5,6 a	68 b	107 a
Udział błonnika pokarmowego Content of dietary fibre [%]	0	58,2 d	3,0 c	5,6 a	82 a	84 b
	5	63,8 c	5,6 b	5,6 a	83 a	97 a
	10	68,6 b	6,5 ab	5,5 a	90 a	102a
	15	73,9 a	7,8 a	4,0 b	88 a	109a

Objaśnienia jak pod ta. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Najmniejszą objętością charakteryzowały się chleby wypieczone z dodatkiem błonnika jabłkowego (468 cm³), natomiast najmniejszym nadpiekiem (54,7 %) i najmniejszą porowatością (6 punktów w skali Dallmanna) chleby z błonnikiem owsianym (tab. 4). Wraz ze wzrostem udziału preparatów błonnikowych w próbach nastąpiło zmniejszenie objętości chleba z 588 cm³ w próbie kontrolnej do 411 cm³ (15 % udział błonnika) (tab. 4), spowodowane „rozcieńczeniem” glutenu poprzez dodatek do mąki preparatów błonnikowych. Podobną zależność stwierdzili Korus i Achremowicz [11], Masoodi i wsp. [12], Sudha i wsp. [22] oraz Wang i wsp. [25]. Zmniejszenie objętości chleba świadczy o obniżeniu jakości pieczywa, co może spowodować zmniejszenie atrakcyjności konsumenckiej. W miarę zwiększania ilości błonnika pokarmowego nastąpił także znaczny wzrost nadpieku chleba z 47,6 % (próba kontrolna) do 66,5 % w próbach z maksymalnym udziałem błonnika pokarmowego (tab. 4), co wynika z większej wodochłonności mieszanek z udziałem preparatów błonnikowych. Ocena

porowatości miękiszu według 8-punktowej skali Dallmanna zawierała się w przedziale 5 – 8 pkt (tab. 4). Wzrost udziału preparatów błonnikowych w próbach spowodował polepszenie porowatości miękiszu chlebów, podnosząc uzyskaną punktację z 5 (chleb kontrolny) do 7 – 8 pkt (chleby wypieczone z 10 i 15 % udziałem błonnika).

Tabela 5

Wyniki oceny sensorycznej chlebów w zależności od rodzaju i udziału błonnika pokarmowego [pkt].
Sensory assessment results of breads depending on the type and content level of dietary fibre [points].

Cecha Trait		Wygląd Appearance	Barwa skórki Crust colour	Barwa miękiszu Crumb colour	Konsystencja Texture	Smak Taste	Zapach Smell
Czynnik Factor							
Rodzaj błonnika pokarmowego Type of dietary fibre	Jabłkowy apple	8,2 a	8,4 ab	8,4 a	8,4 a	7,8 ab	8,0 b
	kakaowy cocoa	8,4 a	8,0 b	8,0 b	8,3 a	6,9 b	8,2 ab
	owsiany oat	8,4 a	8,8 a	8,4 a	8,6 a	8,8 a	8,4 a
Udział błonnika pokarmowego Content of dietary fibre [%]	0	8,6 a	8,8 a	8,4 a	8,0 b	8,6 a	8,2 a
	5	8,6 a	8,5 a	8,3 a	8,7 a	8,0 a	8,2 a
	10	8,3 a	8,2 a	8,1 a	8,7 a	7,5 a	8,1 a
	15	7,9 a	8,0 a	8,3 a	8,3 b	7,2 a	8,2 a

Objaśnienia jak pod ta. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Wyniki oceny sensorycznej chlebów przedstawiono w tab. 5. Najwyższą oceną barwy skórki i miękiszu, zapachu i smaku charakteryzowały się chleby z dodatkiem błonnika owsianego. Najniżej pod względem barwy skórki i miękiszu oraz smaku oceniono chleby z udziałem błonnika kakaowego, natomiast najmniej odpowiadał oceniającym zapach pieczywa wzbogaconego preparatem błonnika jabłkowego. Wzrastający udział błonnika pokarmowego w próbach wpłynął istotnie na konsystencję chlebów. Najwyżej oceniono konsystencję chlebów z 5 i 10 % udziałem błonnika.

W wyniku przeprowadzonej analizy wariancji stwierdzono, że interakcje omawianych czynników były statystycznie nieistotne.

Wnioski

1. Udział błonnika jabłkowego w mieszankach spowodował obniżenie wartości cech jakościowych mąki, właściwości reologicznych ciasta (oprócz wodochłonności mąki) oraz objętości chleba. Próby z udziałem błonnika kakaowego cechowały się

najwyższymi wartościami cech amylograficznych mąki oraz cech jakościowych chleba. Natomiast najwyższymi wartościami cech jakościowych mąki, najniższą chłonnością wody, najmniejszym nadpiekiem oraz najmniejszą porowatością cechowały się mieszanki z udziałem błonnika owsianego.

2. Wzrastający udział błonnika pokarmowego w próbach powodował wzrost maksymalnej lepkości kleików mącznych, wodochłonności mąki, czasu rozwoju ciasta, liczby jakości, nadpieku chleba oraz poprawę porowatości miększu chleba przy jednoczesnym zmniejszeniu wydajności glutenu, wskaźnika sedymentacyjnego, liczby opadania, stałości ciasta oraz objętości chleba.
3. Najwyższą jakością sensoryczną cechowały się chleby z udziałem błonnika owsianego, a najniższą z udziałem preparatu kakaowego. W ocenie konsystencji najwyższe noty uzyskały chleby z 5 i 10 % udziałem preparatów błonnikowych.

Projekt jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej - Europejskiego Funduszu Społecznego oraz budżetu Województwa Dolnośląskiego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.

Literatura

- [1] Ajila C.M., Leelavathi K., Prasada Rao U.J.S.: Improvement of dietary fibre content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *J.Cereal Sci.*, 2008, **48**, 319-326.
- [2] Anil M.: Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in breadmaking. *J. Food Eng.*, 2007, **80**, 61-67.
- [3] Anioła J., Piotrowska E., Walczak K., Górecka D.: Zastosowanie mikronizowanych preparatów wysokobłonnikowych w wyrobach ciastkarskich. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **4** (59), 103-110.
- [4] Bartnikowska E.: Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka. Część I. *Przem. Spoż.*, 1997, **5**, 43-48.
- [5] Chen H., Rubenthaler G.L., Schanus E.G.: Effect of apple fibre and cellulose on the physical properties of wheat flour. *J. Food Sci.*, 1988, **53**, 304-305.
- [6] Diowks A.: Pieczywo hipoalergiczne - poszukiwanie nowych rozwiązań dla szybko rosnącego rynku produktów dietetycznych. *Przegl.Piek. Cukier.*, 2006, **8**, 2-4.
- [7] Dziugan P., Dziedziczak K., Ambroziak W.: Błonnik w pieczywie. *Cuk. i Piek.*, 2006, **5**, 60-62.
- [8] Gąsiorowski H.: Dlaczego należy zwiększyć udział przetworów z całego ziarna w naszej diecie? *Przegl. Zboż.-Młyn.* 1999, **4**, 4.
- [9] Guillon F., Champ M.: Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Res. Int.*, 2000, **33**, 233-245.
- [10] Jurga R.: Ważna rola błonnika i tłuszczu w ograniczaniu kaloryczności diety żywieniowej. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2006, **08**, 8-9.
- [11] Korus J., Achremowicz B.: Zastosowanie preparatów błonnikowych różnego pochodzenia jako dodatków do wypieku chlebów bezglutenowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **1** (38), 65-73.
- [12] Masoodi F.A., Sharma B., Chauhan G.S.: Use of apple pomace as a source of dietary fibre in cakes. *Plant Food for Human Nutrition*, 2002, **57**, 121-128.


- [13] Mielcarz M.: Żywieniowe i technologiczne aspekty zastosowania błonników pokarmowych do produkcji wyrobów piekarskich i ciastkarskich. *Przegl. Piek. Cukier.*, 2004, **8**, 7-9.
- [14] Ohr L.M.: Fortyfying with fibre. *Nutraceuticals&Functional Foods*, 2004, **58 (2)**, 71-75.
- [15] PN-75/A-04018. Produkty rolno spożywcze. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [16] PN-77/A-74041. Oznaczanie ilości i jakości glutenu.
- [17] PN-ISO 3093:1996. Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
- [18] PN-ISO 5529:1998. Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego. Test Zeleny'ego.
- [19] PN-ISO 5530-1:1999. Fizyczne właściwości ciasta. Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- [20] PN-ISO 7973:2001. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie lepkości mąki. Metoda z zastosowaniem amylografu.
- [21] Rosell C.M., Rojas J.A., Benedito de Barber C.: Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocoll.*, 2001, **15**, 75-81.
- [22] Sudha M.L., Baskaran V., Leelavathi K.: Apple pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chem.*, 2007, **104**, 686-692.
- [23] Sudha M.L., Vetrmani R., Leelavathi K.: Influence of fibr from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chem.*, 2007, **100**, 1365-1370.
- [24] Świdorski F. (pod red.): *Towaroznawstwo żywności przetworzonej*. Wyd. SGGW, Warszawa 1999.
- [25] Wang J., Rosell C.M., Benedito de Barber C.: Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chem.*, 2002, **79**, 221-226.
- [26] Vergara-Valencia N., Granados-Pérez E., Agama-Acevedo E., Towar J., Ruales J., Bello-Pérez L.: Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery produkt ingredient. *LWT*, 2007, **40**, 722-729.

QUALITY OF WHEAT BREAD CONTAINING DIFFERENT TYPES OF DIETARY FIBRE

Summary

The objective of the investigations was to assess the properties of dough and quality of wheat bread containing three types of dietary fibres (apple fibre, cocoa fibre, and oat fibre). The contents of fibres used in the investigation ranged from 0.5 to 15%. During the investigation performed, the quality characteristics and amylographic features of wheat flour enriched with dietary fibre were determined, as were the farinographic (rheological) properties of dough. Next, the bread was baked and its quality was assessed.

The investigations proved that the content level of apple fibre in blends caused the values of quality parameters, rheological properties of the dough, and bread volume to decrease. The highest values of amylographic properties and bread quality properties were found in blends with cocoa fibre. The blends containing oat fibre were characterized by the highest values of flour quality parameters, the lowest water absorption level, the lowest overbake, and the lowest porosity. It was found that the increasing content of dietary fibre in samples caused the maximum viscosity of gelatinized doughs, water absorption of flour, development time of dough, quality number, overbake of bread and porosity of the crumb to increase and, at the same time, the wet gluten, sedimentation value, falling number, dough stability, and bread volume to decrease. The best sensory quality showed the bread containing oat fibre, and the lowest – the bread with cocoa fibre. While assessing the texture acceptance, the bread containing 5 and 10% of dietary fibre was ranked highly.

Key words: dietary fibre, wheat flour, bread quality 

JOANNA KAWA-RYGIELSKA

JEDNOCZESNA IDENTYFIKACJA TRICHOTECENÓW TYPU A I B ORAZ ZEARALENONU W PRODUKTACH KUKURYDZIANYCH

Streszczenie

Materiał badawczy stanowiło 27 produktów przemiału ziarna kukurydzy, tj. mąki (n = 12) i kasze kukurydziane (n = 15), zakupionych w marketach w 2008 roku. Zawartość trichotecenów typu A i B oraz zearalenonu w badanym materiale oznaczono przy użyciu wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC MS/MS. W wyniku przeprowadzonych analiz w mąkach kukurydzianych stwierdzono obecność 9 z 12 analizowanych mikotoksyn. Były to mikotoksyny: NIV, DON, 3-AcDON, 15-AcDON, DAS, HT-2, T-2, T-2 TETRAOL, ZON. W tej grupie produktów nie stwierdzono występowania jedynie trzech mikotoksyn: FUS-X, NEO, T-2 TRIOL. W kaszach kukurydzianych zidentyfikowano 6 mikotoksyn. Były to: NIV, DON, 3-AcDON, 15-AcDON, HT-2, ZON. Dominującą mikotoksyną, występującą w największym stężeniu we wszystkich badanych próbach był DON.

Słowa kluczowe: trichoteceny, zearalenon, mąka kukurydziana, kasza kukurydziana

Wprowadzenie

Jedną z najliczniejszych grup mikotoksyn wytwarzanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* są trichoteceny (DON, NIV, T-2, HT-2, DAS), obejmujące ponad 150 naturalnie występujących związków. Trichoteceny ze względu na nieznacznie zróżnicowaną strukturę szkieletu podstawowego i podstawników zostały podzielone na cztery grupy związków: A, B, C, D, z których najistotniejsze są dwie pierwsze. Do grupy A należą m.in.: toksyna T-2, toksyna HT-2, neosolanol, diacetoksyscirpenol, monoacetyloksyscirpenol. Natomiast grupę B reprezentują: deoksyniwalenol, fuzarenon- X, niwalenol [2, 5].

W wielu doniesieniach opisywano współwystępowanie trichotecenów: zwłaszcza niwalenolu i deoksyniwalenonu oraz zearalenonu, ponieważ wszystkie te mikotoksyny są wytwarzane przez te same gatunki *Fusarium*. Głównym źródłem ZEN jest ziarno kukurydzy porażone przez patogeny kolb: *F. graminearum* i *F. culmorum* [2].

Z uwagi na powszechne występowanie i wielokierunkowy sposób działania wobec różnych organizmów mikotoksyny fuzaryjne stanowią bezpośrednie zagrożenie dla zwierząt i człowieka z racji obecności w łańcuchu pokarmowym. Na poziomie komórkowym trichoteceny odpowiedzialne są za hamowanie biosyntezy białka, redukcję aktywności enzymów, zaburzenia w przepuszczalności błon cytoplazmatycznych, zaburzenia w podziałach komórkowych, indukowanie aberracji chromosomowych i zaburzenia w przebiegu cyklu komórkowego [5, 6, 9].

Celem podjętych badań była ocena zawartości trichotecenów typu A i B oraz zearelenonu w mąkach i kaszach kukurydzianych, dostępnych na rynku polskim, stosując technikę wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC MS/MS pozwalającą na identyfikację kilkunastu mikotoksyn jednocześnie [7, 8].

Material i metody badań

Material badawczy stanowiły mąki i kasze kukurydziane zakupione w marketach wrocławskich w 2008 roku. Zakupione produkty pochodziły od różnych producentów z całego kraju, po 3 próby od każdego producenta. Łącznie przeanalizowano 27 produktów, w tym 12 stanowiły mąki kukurydziane podzielone na 4 grupy i oznaczone w pracy symbolami producentów (M20, M21, M30, M31) oraz 15 kasze kukurydziane podzielone na 5 grup, oznaczone w pracy symbolami (K21, K23, K32, K33, K34).

W badanym materiale oznaczano zawartość trichotecenów typu A i B oraz zearelenonu, stosując metodę jednoczesnej identyfikacji 12 mikotoksyn zgodnie z metodyką podaną przez Klotzel [7, 8].

Oznaczenie mikotoksyn wykonano w pracowni chromatograficznej Katedry Technologii Rolnej i Przechowalnictwa UP we Wrocławiu przy użyciu zestawu HPLC/MS/MS firmy Varian. Oznaczano następujące mikotoksyny NIV, DON, FUS-X, 3-AcDON, 15-AcDON, DAS, HT -2, T-2, T-2 TRIOL, T-2 TETRAOL, NEO, ZON. Wzorce mikotoksyn pochodzące z firmy Biopure (Tulln), Austria, wykorzystano do przygotowania roztworów kalibracyjnych. Do oznaczeń mikotoksyn pobierano 25 g próby poddane rozdrobieniu i homogenizacji. Ekstrakcję mikotoksyn z badanego materialu prowadzono przy użyciu mieszaniny acetonitrylu : woda. W badaniach zastosowano kolumnienki Bond Elut Mycotoxin firmy Varian (USA). Chromatograficzny rozdział A i B trichotecenów prowadzono w kolumnie Synergii Fusion RP 80A, wyposażonej w przedkolumnę Fusion-Rp 4×2 mm firmy Phenomenex. Kolumnę wstępnie kondycjonowano mieszaniną acetonitrylu z wodą (50:50 v/v). Eluent przepływał przez chromatograf cieczowy z prędkością 0,2 ml/min. Tak rozdzielona próba była następnie analizowana tandemową spektrometrią masową (MS/MS) typu 1200L, wyposażoną w moduł jonizacji przez rozpylanie w polu elektrycznym. Spektrometr masowy użyto wyłącznie w trybie trzech quadropoli. Kalibrację MS/MS przeprowadzano za pomocą roztworu PPG (glikol polipropylenowy). Ustawiano parametry (ciśnienie, temperatura,

napięcia detektora, igły, kapilary dla gazu nebulizującego i osuszającego) zgodnie z danymi producenta. Kontrole systemu, jak również wszelkie obliczenia obsługiwał program komputerowy Star Chromatography Work-Station w wersji 6.6. Zawartość mikotoksyn w analizowanym materiale podano w $\mu\text{g}/\text{kg}$ próby.

Wyniki i dyskusja

Zawartość mikotoksyn w badanych grupach produktów przedstawiono w tab. 1. We wszystkich analizowanych próbach stwierdzono obecność mikotoksyn fuzaryjnych, przy czym ich skład ilościowy i jakościowy był różny i uzależniony od rodzaju produktu (mąki lub kasze), a w obrębie grup od producenta. Całkowita ilość mikotoksyn zawartych w mąkach kukurydzianych kształtowała się na poziomie od 500 do 8500 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Tak wysoką zawartość mikotoksyn odnotowano tylko w próbach pochodzących od producenta oznaczonego symbolem M30. Zawartość mikotoksyn była w tym przypadku 5 - 10-krotnie większa od zawartości analogicznych mikotoksyn w pozostałych

Tabela 1

Identyfikacja mikotoksyn w produktach przemiału ziarna kukurydzy.
Determination of mycotoxins in maize-grain- milled products.

Lp. Pos.	Toksyna Toxin	Stężenie miktoksyn w próbach [$\mu\text{g}/\text{kg}$] Concentration of mycotoxins in samples [$\mu\text{g}/\text{kg}$]								
		Mąka kukurydziana Corn flour				Kasza kukurydziana Corn grits				
		Symbol producenta Producer symbol								
		M 20	M21	M30	M31	K21	K23	K32	K33	K24
1	T2- tetraol	15	61	667	47	-	-	-	-	-
2	NIV	-	22	172	-	-	-	-	-	-
3	DON	287	996	5217	527	134	82	786	244	345
4	FUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	NEO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	15-AcDON	79	166	628	78	58	54	212	100	93
7	3-AcDON	13	77	296	6	10	7	18	5	12
8	T2-triol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	DAS	-	-	38	-	-	-	-	-	-
10	HT-2	-	32	655	-	-	-	-	-	-
11	T2-toxin	-	11	923	-	-	-	-	-	-
12	ZON	47	9	33	27	48	11	28	231	19

mąkach pochodzących od innych producentów. Zawartość mikotoksyn w kaszach kukurydzianych osiągnęła niższy poziom, od 150 do 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ produktu.

W wyniku przeprowadzonych analiz w mąkach kukurydzianych stwierdzono obecność 9 z 12 analizowanych mikotoksyn. Były to mikotoksyny: NIV, DON, 3-AcDON, 15-AcDON, DAS, HT-2, T-2, T-2 TETRAOL, ZON. W tej grupie produktów nie występowały jedynie trzy mikotoksyny: FUS-X, NEO, T-2 TRIOL.

W kaszach kukurydzianych zidentyfikowano 6 mikotoksyn, były to: NIV, DON, 3-AcDON, 15-AcDON, HT-2, ZON. Toksyny NIV i HT-2 występowały tylko w jednej próbie, ich zawartość nie przekraczała 24 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Dominującą mikotoksyną, występującą w największych ilościach był DON. Zawartość tej mikotoksyny w badanych produktach mieściła się w przedziale od 82 do 786 $\mu\text{g}/\text{kg}$ w kaszach kukurydzianych oraz od 287 do 5217 $\mu\text{g}/\text{kg}$ w mąkach (tab. 2). Zawartość tej mikotoksyny w badanych produktach stanowiła 60 - 70 % wszystkich mikotoksyn występujących w próbach.

We wszystkich analizowanych produktach stwierdzono obecność następujących mikotoksyn: DON, 15-AcDON, 3-AcDON oraz ZON. Pozostałe zidentyfikowane toksyny występowały w 20 - 50 % analizowanych prób. Porównując średnie zawartości mikotoksyn w badanych grupach produktów zdecydowanie wyższe ilości większości mikotoksyn stwierdzono w mąkach kukurydzianych. Jedyny wyjątek stanowił zearalenon, którego maksymalna zawartość w kaszach była prawie 5-krotnie wyższa niż w mąkach kukurydzianych. Jak wynika z badań wielu autorów, deoksyniwalenol (DON, womitoksyna) z racji powszechnego występowania i toksyczności jest uważany za najważniejszą mikotoksynę zanieczyszczającą produkty pochodzenia zbożowego przeznaczone na cele spożywcze i paszowe [4, 6]. Dopuszczalna zawartość deoksyniwalenolu zgodnie z wymogami Unii Europejskiej w mące i produktach zbożowych przeznaczonych do spożycia nie powinna przekraczać 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$, a w przypadku zearalenonu 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ [5]. Zawartość tych mikotoksyn w niektórych poddanych analizie próbach została przekroczona. Stwierdzono wysoką zawartość DON w mąkach i kaszach pochodzących od trzech producentów, przy czym w jednej grupie M30 wartość ta została przekroczona aż 10-krotnie. Stężenie ZON zostało przekroczone 3-krotnie tylko w kaszach pochodzących od jednego producenta K33. Jak podają inni autorzy, stężenie ZON w ziarnach zbóż uprawianych na terenie Europy wynosiło od kilku $\mu\text{g}/\text{kg}$ surowca do kilku tysięcy $\mu\text{g}/\text{kg}$ surowca, a największe jej stężenie stwierdza się w ziarnach kukurydzy [16]. Zanieczyszczenie zearalenonem dotyczy nie tylko zbóż, ale również produktów wytworzonych z udziałem tego surowca [2, 16]. Podobnie trichoteceny mogą występować nie tylko w kukurydzy, ale również stwierdzono ich obecność w ziarnach jęczmienia, żyta, pszenicy, soi, a także ze względu na swoją stabilność w procesach chemicznych, technologicznych, w półproduktach oraz gotowych produktach żywnościowych [1, 3]. Ich obecność stwierdzono w takich wyrobach, jak: płatki śniadaniowe, makaron, chleb czy piwo [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

Tabela 2

Toksyny fuzaryjne w produktach kukurydzianych.
Fusarium toxin in corn products.

Typ próby Sample type	Toksyna Toxin	Odsetek pozytywnych prób [%] Percentage of positive samples [%]	Liczba prób pozytywnych Number of positive samples	Toksyny w pozytywnych próbkach [µg/kg] Toxins in positive samples [µg/kg]			
				Zakres Range		Wartość średnia Mean value	Mediana Median
				Min min	Max max		
Mąki	T2- tetraol	100	12	15	667	197,5	54
kukurydziane	NIV	50	6	22	172	97	97
Corn flours	DON	100	12	287	5217	1756,8	761,5
	FUS	0	0	0	0	0	0
(n = 12)	NEO	0	0	0	0	0	0
	15-AcDON	100	12	78	628	237,8	122,5
	3-AcDON	100	12	6	296	98	45
	T2-triol	0	0	0	0	0	0
	DAS	25	3	38	38	38	38
	HT-2	50	6	32	655	343,5	343,5
	T2-toxin	50	6	11	923	467	467
	ZON	100	12	9	47	29	30
Kasze	T2- tetraol	-	0	-	-	-	-
kukurydziane	NIV	20	3	19	19	19	19
Corn grits	DON	100	15	82	786	318,2	244
(n = 15)	FUS	-	0	-	-	-	-
	NEO	-	0	-	-	-	-
	15-AcDON	100	15	54	212	103,4	93
	3-AcDON	100	15	5	18	10,4	10
	T2-triol	-	0	-	-	-	-
	DAS	-	0	-	-	-	-
	HT-2	20	3	24	24	24	24
	T2-toxin	-	0	-	-	-	-
	ZON	100	15	11	231	67,4	28

Dzięki zastosowaniu metody HPLC MS/MS w badanych produktach kukurydzianych stwierdzono współwystępowanie kilku mikotoksyn z grupy trichotecenów oraz zearalenonu jednocześnie. Jak wiadomo, zarówno mąki, jak i kasze kukurydziane stanowią surowiec do produkcji wielu produktów odgrywających znaczącą rolę w żywieniu dzieci oraz w dietetyce, chociażby: płatki, chrupki, chleb chrupki czy kaszki błyskawiczne dla małych dzieci. Zastosowanie szybkich i precyzyjnych metod analitycznych wydaje się niezbędne do oceny bezpieczeństwa produktów spożywczych.

Wnioski

1. We wszystkich analizowanych produktach stwierdzono obecność mikotoksyn fuzaryjnych.
2. W wyniku przeprowadzonych analiz w mąkach kukurydzianych stwierdzono obecność 9 z 12 analizowanych mikotoksyn. Były to mikotoksyny: NIV, DON, 3-AcDON, 15-AcDON, DAS, HT-2, T-2, T-2 TETRAOL, ZON.
3. W kaszach kukurydzianych zidentyfikowano 6 mikotoksyn, były to: NIV, DON, 3-AcDON, 15-AcDON, HT-2, ZON.
4. Dominującą mikotoksyną, występującą w największych stężeniach, był DON. Zawartość tej mikotoksyny w badanych kaszach kukurydzianych mieściła się w przedziale od 82 do 786 µg/kg, a w mąkach kukurydzianych od 287 do 5217 µg/kg.
5. Stężenie DON zostało przekroczone w mąkach i kaszach kukurydzianych pochodzących od producentów M21, M30, K32, a stężenie ZON zostało przekroczone w kaszkach pochodzących od producenta K33.

Literatura


- [1] Castells M., Marín S., Sanchis V., Ramos A.J.: Fate of mycotoxins in cereals during extrusion cooking: a review. *Food Addit Contam.*, 2005, **22** (2), 150-157.
- [2] Cervero M.C., Castillo M.A., Montes R., Hernandez E.: Determination of trichothecenes, zearalenone and zearalenols in commercially available corn – based foods in Spain. *Rev Iberoam Micol.*, 2007, **24**, 52-55.
- [3] Cetin Y., Bullerman L.B.: Confirmation of reduced toxicity of deoxynivalenol in extrusion processed corn grits by the MTT bioassay. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, **54**, 1949-1955.
- [4] Dall'Asta C., Sforza G. S., Galaverna G., Dossena A., Marchelli R.: Simultaneous detection of type A and type B trichothecenes in cereals by liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry using NaCl as cationization agent. *J. Chromatogr. A*, 2004, **1054** (1-2), 389-395.
- [5] Gordon S.: Committee on Natural Toxins and Food Allergens, *J. AOAC INT.*, 2007, **90** (1), 1-17.
- [6] Jestoi M., Somma M.C., Kouva M., Veijalainen P., Rizzo A., Ritieni A., Peltonen K.: Levels of mycotoxins and sample cytotoxicity of selected organic and conventional grain – based products purchased from Finnish and Italian markets. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2004, **48**, 299-307.
- [7] Klotzel M., Gutsche B., Lauber U., Humpf H.: Determination of 12 type A and B trichothecenes in cereals by liquid chromatography – electrospray ionization tandem mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, **53** (23), 8904-8910.
- [8] Klotzel M., Lauber U., Humpf H.: A new solid phase extraction clean-up method for the determination of 12 type A and B trichothecenes in cereals and cereal – based food by LC – MS/MS. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2006, **50**, 261-269.
- [9] Mateo J.J., Mateo R., Jimenez M.: Accumulation of type A Trichothecenes in maize, wheat and rice by *Fusarium sporotrichioides* isolates under diverse culture conditions. *Int. J. Food Microbiol.*, 2002, **72** (1-2), 115 -123.
- [10] Reinehr Ch.O., Furlong E.B.: Profile of the alcohols produced in fermentations with malt contaminated with trichothecenes. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 2003, **46** (4), 587-593.

- [11] Schollenberger M., Muller H-M., Ruffle M., Terry-Jara H., Suchy S., Plank S., Drochner W.: Natural occurrence of *Fusarium* toxins in soy food marketed in Germany. *Int. J. Food Microbiol.*, 2007, **113** (2), 142-146.
- [12] Schollenberger M., Terry-Jara H., Muller H-M., Suchy S., Drochner W., Muller H-M.: *Fusarium* toxins in wheat flour collected in an area in southwest Germany. *Int. J. Food Microbiol.*, 2002, **72** (1-2), 85-89.
- [13] Schollenberger M., Drochner W., Ruffle M., Suchy S., Terry-Jara H., Muller H-M.: Trichothecene toxins in different groups of conventional and organic of bread of the German market. *J. Food Compos. Anal.*, 2005 **18** (1), 69-78.
- [14] Schollenberger M., Muller H-M., Ruffle M., Suchy S., Plank S., Drochner W.: Survey of *Fusarium* toxins in foodstuffs of plant origin marketed in Germany. *Int. J. Food Microbiol.*, 2005, **97** (3), 317-326.
- [15] Varbcheva T., Geglel R., Usleber E.: First survey on the natural occurrence of *Fusarium* mycotoxins in Bulgarian wheat. *Mycopathology*, 1996, **136** (1), 47-52.
- [16] Weidenborner M.: *Mycotoxins in Foodstuffs*. Springer S. Berlin, 2008, pp. 110-330.

SIMULTANEOUS DETERMINATION OF TRICHOHECENES OF TYPE A AND B, AND ZEARALENONE IN CORN-PRODUCTS

S u m m a r y

The material investigated were 27 maize grain-milled products, i.e.: corn flour (n = 12) and corn grits (n = 15) purchased in supermarkets in 2008. Contents of trichothecene of A and B types and of Zearalenone were determined in the material investigated using a high performance liquid chromatography (HPLC) with MS/MS. Based on the analyses performed, it was found that the corn flours contained 9 of 12 mycotoxins under investigation. The mycotoxins found were as follows: NIV, DON, 3-AcDON, 15-AcDON, DAS, HT-2, T-2, T-2 TETRAOL, and ZON. It was reported that three mycotoxins were not present in this group, namely: FUS-X, NEO, and T-2 TRIOL. Six toxins were identified in the corn grits analysed, i.e.: NIV, DON, 3-AcDON, 15-AcDON, HT-2, and ZON. DON was found to be a prevailing toxin of the highest concentration in all the samples studied.

Key words: trichothecenes, zearalenone, corn flour, corn grit 

ŁUKASZ SZWED, JÓZEF BŁAŻEWICZ, AGNIESZKA ZEMBOLD-GUŁA,
MICHAŁ PELAK, ANDRZEJ DAWIDOWICZ

**WPLYW FRAKCJONOWANIA I CZASU SŁODOWANIA
ZIARNA JĘCZMIENIA NA LICZBĘ KOLBACHA SŁODÓW
ORAZ ZAWARTOŚĆ WOLNEGO AZOTU
ALFA-AMINOKWASOWEGO W BRZECZKACH**

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu czasu słodowania i dodatkowego frakcjonowania ziarna jęczmienia browarnego na zasobność słodów i otrzymanych z nich brzeczek pod względem produktów hydrolizy enzymatycznej białek. Materiał badawczy stanowiło ziarno jęczmienia browarnego odmian: Lailla, Jersey, Hanka oraz Brenda, pochodzące z sezonu wegetacyjnego 2004, z rejonu Dolnego Śląska, rozsortowane pod względem grubości na 3 frakcje: standardową (ziarno o grubości > 2,5 mm), frakcję 2,5-2,8 mm oraz frakcję >2,8mm, które poddano słodowaniu 5-, 6- i 7-dniowemu. W otrzymanych ze słodów brzeczkach laboratoryjnych oznaczono zawartość azotu alfa-aminokwasowego oraz obliczono liczbę Kolbacha. Otrzymane wyniki przeanalizowano programem Statistica. Analiza statystyczna wykazała, że zarówno czas słodowania 5-, 6- i 7-dniowy, jak i dodatkowe frakcjonowanie nie różnicowały w istotny sposób wartości liczby Kolbacha. Oba czynniki nie wpłynęły również w sposób istotny na zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego w brzeczkach. Słody charakteryzowały się wysokim stopniem rozluźnienia. Zasadne wydaje się więc stwierdzenie, że proces słodowania można skrócić nawet poniżej 5 dni, co poprawi ekonomikę produkcji zarówno przez skrócenie czasu trwania procesu, jak i ograniczenie ubytków naturalnych związanych z rozwojem korzonków i kielków liścieniowych. Dodatkowe frakcjonowanie ziarna nie różnicowało liczby Kolbacha i zawartości azotu alfa-aminokwasowego. Wprowadzanie zatem frakcjonowania, jako dodatkowego procesu, nie ma uzasadnienia technologicznego przy rozpatrywaniu ilości produktów hydrolizy enzymatycznej białek.

Słowa kluczowe: liczba Kolbacha, wolny azot alfa-aminokwasowy (FAN), słodowanie, frakcjonowanie

Wprowadzenie

Jednym z warunków otrzymania wartościowej brzeczki słodowej, a w efekcie również dobrego piwa, jest odpowiednia jakość słodu. Słód stanowi główne źródło

Mgr inż. Ł. Szwed, dr hab. inż. J. Błażewicz, mgr inż. A. Zembold-Guła, mgr inż. M. Pelak, Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Norwida 25, 50-375 Wrocław, mgr inż. A. Dawidowicz; SAATEN-UNION Polska Sp. z o.o.; ul. Straszewska 70; 62-100 Wągrowiec

składników, które w przypadku produkcji piwa ulegają fermentacji lub też pozostają niedofermentowane, tworząc pełnię smakowo-zapachowych cech piwa. Na jakość słołu browarnego wpływa przede wszystkim jakość ziarna jęczmienia oraz proces jego słodowania. Dobierając określone odmiany jęczmienia browarnego i odpowiednio modyfikując proces słodowania można uzyskać słoły o bardzo dobrych cechach fizykochemicznych i sensorycznych [2], spełniających wymagania jakościowe związane z technologią w danym browarze.

Poszczególne odmiany różnią się między sobą potencjałem enzymatycznym, skłonnością do akumulacji białka w ziarnie, wypełnieniem ziarna skrobią, wartością siły diastatycznej, liczbą Kolbacha, a także ekstraktywnością otrzymanych z nich słołów [4]. Kryteria jakościowe dotyczące ziarna jęczmienia przeznaczonego do produkcji słołu browarnego są precyzyjne. Browarnictwo narzuca swoje wymagania i oczekuje od rolnictwa surowca o dużej stabilności podstawowych składników ziarna i parametrów użytkowych, co znajduje wyraz we wzorach umów kontraktacyjnych różnych słodowni [16]. Podaż surowca o odpowiednio ukształtowanych parametrach jakościowych gwarantuje browarom efektywny proces technologiczny (krótki czas zacieraania słołów, optymalny skład brzeczki i piwa) przy niskich kosztach produkcji [7, 13].

W warunkach Polski częstym problemem jest zbyt duża zawartość białka w ziarnie (powyżej 11,5 %), wynikająca z nadmiaru azotu w glebie oraz z okresowych niedoborów wody zarówno w fazie przed kwitnieniem, jak i w fazie wypełniania ziarna. Zwiększona ilość białka może przedłużać czas moczenia ziarna i przyczyniać się do jego nierównomiernego kiełkowania w czasie słodowania. Prowadzi to często do zmniejszenia ekstraktywności słołu, nadmiaru związków azotowych w brzeczce, a w rezultacie do zmniejszenia wydajności warzelnii, zmętnienia piwa, pojawiania się osadu i pogorszenia smaku w gotowym produkcie [10]. Do produkcji piwa nie nadaje się również ziarno jęczmienia o zawartości białka poniżej 9 %. Zawartość białka jest skorelowana z ilością i aktywnością enzymów i ziarno ubogie w białko charakteryzuje się małą siłą enzymatyczną. Odpowiednia aktywność enzymów odgrywa ważną rolę, szczególnie gdy w technologii produkcji piwa stosowany jest dodatek surowców niesłodowanych. Niezbędna jest ponadto określona zawartość wolnego azotu aminokwasowego, stanowiącego składnik pożywki dla drożdży [10].

Ważną grupą czynników wpływających na wysokość i jakość plonu jęczmienia są zabiegi agrotechniczne, mające na celu ochronę roślin przed chwastami, chorobami grzybowymi i szkodnikami. Zabiegi te polegają na stosowaniu herbicydów i fungicydów, a także nawożeniu mineralnym – głównie azotem, fosforem i potasem [3].

Wybór odmian zaadaptowanych do warunków lokalnych, o ograniczonej (nie nadmiernej) zdolności pobierania azotu, a także o małej wrażliwości na warunki pogodowe i odpornych na infekcje to podstawowe sposoby wykorzystania różnic międzyodmianowych do poprawy jakości ziarna jęczmienia browarnego [14]. W praktyce

tylko odmiany zakwalifikowane do grupy browarnych, o wysokim wskaźniku syntetycznej oceny wartości browarnej według Molina-Cano [11], gwarantują uzyskanie dobrej jakości słodu. Są to odmiany niskobiałkowe i na ogół wysoko plonujące [6, 15].

Ocenia się, że w czasie procesu słodowania rozkładowi ulega połowa białek zawartych w ziarniakach. Substancje białkowe ulegają przekształceniu z nierozpuszczalnych, wysokocząsteczkowych związków do niskocząsteczkowych, rozpuszczalnych produktów rozkładu. Podczas kiełkowania 35 – 40 % białek ulega takim przemianom, a efekty tego procesu określa się jako stopień rozluźnienia białkowego według Kolbacha. Część substancji białkowych wykorzystywana jest do rozwoju korzonków zarodkowych, przez co zawartość białka w słodzie ulega zmniejszeniu, w porównaniu z wyjściową zawartością w jęczmieniu, o około 0,3 - 0,5 %. Zwiększa się udział frakcji rozpuszczalnych w wodzie i roztworach soli, wzrasta znacznie ilość aminokwasów i białek niekoagulujących [10].

Opisując proces słodowania można powiedzieć, że jego zadaniem jest wytworzenie enzymów w takiej ilości, aby możliwa była daleko posunięta hydroliza polimerów zawartych w ziarniakach jęczmienia i odpowiednie ich rozluźnienie ułatwiające proces ekstrakcji. Dzięki rozluźnieniu substancje zawarte w słodzie łatwo przechodzą w czasie zacierania do roztworu tworząc ekstrakt, w którym swobodny dostęp do nich mają enzymy. Kontrolę biosyntezy enzymów zapewnia odpowiednia technologia przygotowania słodu, która polega przede wszystkim na prawidłowym doborze wilgotności, stopnia natlenienia słodu oraz temperatury i czasu trwania procesu. Powinny one zapewnić syntezę i uaktywnienie enzymów ziarna przy minimalnej wielkości strat substancji ekstrakcyjnych (głównie węglowodanów), zużywanych w czasie jego kiełkowania [12].

Tradycyjny proces słodowania trwa około 10 dni, w tym moczenie 2 dni, kiełkowanie odbywa się przez około 6 - 7 dni, a suszenie 24 h. Proces hydrolizy związków białkowych jest najintensywniejszy w 4 - 5 dniu kiełkowania [5]. Czas słodowania ziarna jęczmienia niezbędny do uzyskania odpowiedniego stopnia rozluźnienia nie jest jednakowy dla wszystkich odmian browarnych. Z uwagi na ekonomikę produkcji słodu browarnego dobiera się zwykle odmiany jęczmienia, które w ciągu krótszego czasu słodowania uzyskują wymagany stopień rozluźnienia. Chłodne i dłuższe kiełkowanie prowadzi do uzyskania większej ilości białek rozpuszczalnych, ponieważ w tych warunkach powstaje więcej enzymów proteolitycznych, a ograniczony jest wzrost nowych tkanek.

Duży wpływ na proces słodowania ma temperatura. Wzrost temperatury kiełkowania jęczmienia powoduje zwiększenie rozluźnienia słodu oraz jego kruchości. Zmniejsza się wówczas liczba Kolbacha oraz lepkość brzezki. Następuje również zwiększona hydroliza węglowodanów i modyfikacja białek, a więc wraz ze wzrostem temperatury zmniejsza się wydajność słodowania [14].

Brzeczka słodowa powinna zawierać przynajmniej 200 mg azotu alfa-aminokwasowego w 1000 ml, co zapewnia dobry rozwój drożdży oraz odpowiedni przebieg procesów fermentacji i dojrzewania piwa. Zwykle z odpowiednio rozluźnionego słołu uzyskuje się wystarczającą ilość azotu alfa-aminokwasowego [10].

Rozkład enzymatyczny białek podczas procesu zacierania przebiega w dwóch zakresach temperatury, w których ustala się optymalne warunki działania proteaz. W temp. 45 - 50 °C uwalniają się przede wszystkim produkty niskocząsteczkowe, głównie wolne aminokwasy (glutamina, prolina) i peptydy, które stanowią pożywkę azotową dla drożdży, natomiast w temp. 60 - 70 °C powstają oligopeptydy. Ich obecność w piwie zapewnia stabilną pianę i pełnię smakową, ale może być także przyczyną niekorzystnych zmętnień koloidalnych [10]. Komórki drożdży przyswajają aminokwasy występujące w brzeczce w całości lub wykorzystują tylko grupę aminową, występującą na końcu łańcucha peptydowego. Grupy aminowe wewnątrz łańcucha pozostają dla drożdży niedostępne [9]. Do gotowego piwa, przechodzi tylko około 1/3 białek jęczmienia, jednak wywierają one bardzo istotny wpływ na jakość produktu. W piwie występują już niemal wyłącznie wielkocząsteczkowe produkty rozpadu białek jęczmiennych (albumozy, globulozy, peptony).

Pomimo osiągnięć wielu placówek badawczych, starań hodowców i rolników, często brakuje ziarna o poprawnych cechach słodowniczych, a słodownie, mając do dyspozycji surowiec o zmiennych cechach, muszą stale modyfikować technologię produkcji w celu dostarczeniu sładów o odpowiednich parametrach oraz niskiej cenie.

Celem badań było określenie wpływu czasu słodowania i dodatkowego frakcjonowania ziarna jęczmienia browarnego na zasobność sładów i otrzymanych z nich brzeczek pod względem produktów hydrolizy enzymatycznej białek.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiło ziarno jęczmienia browarnego czterech odmian: Laila, Jersey, Hanka oraz Brenda, pochodzące z sezonu wegetacyjnego 2004, z rejonu Dolnego Śląska. Zgodnie z normami ziarno wystandaryzowano pod względem grubości przez frakcjonowanie na sitach Vogla. W celu określenia efektów dodatkowego frakcjonowania ziarna na wybrane cechy sładów oraz otrzymanych z nich brzeczek słodowano oddzielnie ziarno w 3 frakcjach: >2,5 mm (grubość standardowa w słodownictwie), 2,5 - 2,8 mm oraz >2,8 mm.

Z ziarna jęczmienia browarnego w wyniku 5-, 6- i 7-dniowego słodowania otrzymano w warunkach laboratoryjnych, w Zakładzie Technologii Fermentacji Katedry Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, słody typu pilzneńskiego.

Otrzymywanie sładów przebiegało w pięciu etapach:

- I – przygotowanie prób – przygotowano próby ziarna jęczmienia o masie 200 g i umieszczono je w foliowych perforowanych woreczkach;
- II – moczenie ziarna – prowadzono przez 48 h systemem wodno-powietrznym według schematu: 8 h – ziarno pod wodą, 11 h – ziarno w atmosferze powietrza; 5 h – ziarno pod wodą, 8 h – ziarno w atmosferze powietrza; 11 h – ziarno pod wodą, 5 h – ziarno w atmosferze powietrza. Moczenie ziarna prowadzono w szafie klimatyzacyjnej Grönland. Po 48 h moczenia ziarno doprowadzano do wilgotności 43 % na podstawie masy próby;
- III – słodowanie ziarna – czas słodowania był liczony od momentu zakończenia moczenia i trwał 5, 6 i 7 dni. Słodowanie prowadzono w temp. 15 - 16 °C. Podczas słodowania, raz na dobę, ziarno mieszano, aby nie dopuścić do jego zbrzylenia, a ubytki masy uzupełniano wodą destylowaną;
- IV – suszenie sładów – słody suszono w suszarce laboratoryjnej z nawiewem przez 23 h w następującej temperaturze: 10 h – temp. 30 °C, 3 h – temp. 40 °C, 3 h – temp. 50 °C, 3 h – temp. 65 °C, 2 h – temp. 82 °C;
- V – odkielkowanie sładów – odkielkowane ręcznie słody umieszczano w szczelnych pojemnikach.

Brzeczki słodowe otrzymano z 5-, 6- i 7-dniowych sładów jęczmiennych typu pilzneńskiego w warunkach laboratoryjnych, metodą kongresową. Zacieranie przeprowadzono w zaciernicy laboratoryjnej typu ZL-1 zgodnie z zaleceniami analityki EBC [1].

W sładach oznaczano zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla [1].

W brzeczках oznaczano zawartość azotu alfa-aminokwasowego metodą ninhydrynową wg EBC [1] i związków azotowych metodą Kjeldahla [1] oraz obliczono liczbę Kolbacha [1].

Wszystkie oznaczenia wykonano co najmniej w 3 powtórzeniach, a otrzymane wyniki przeanalizowano programem Statistica. Jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) przeprowadzono za pomocą testu Duncana, grupy jednorodne określono na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

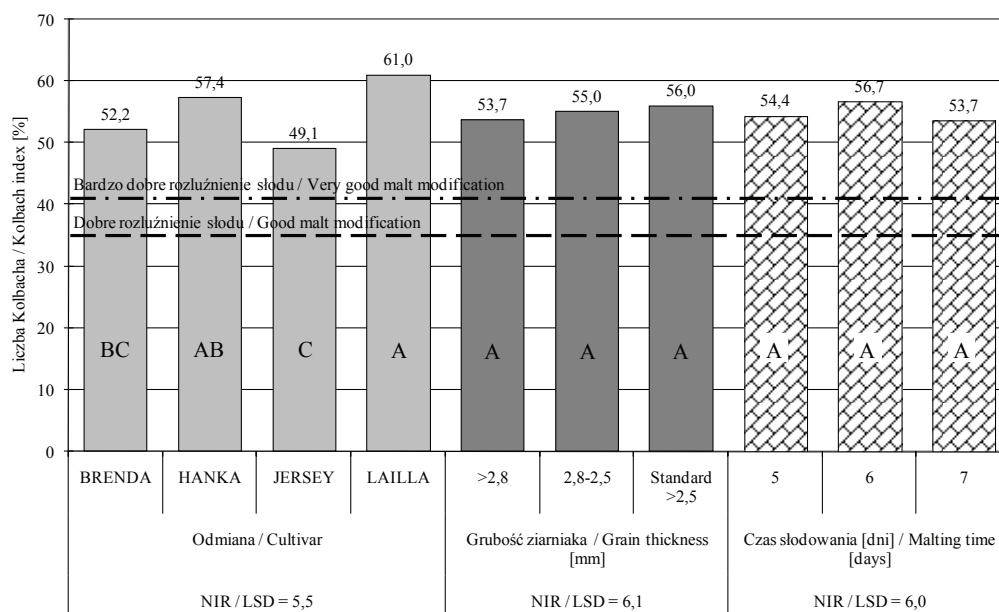
Wyniki i dyskusja

Liczba Kolbacha jest wskaźnikiem przemian białkowych, informującym o ilości białka ekstrahowanego ze sładów podczas sporządzania brzeczki laboratoryjnej metodą kongresową [14].

Związki azotowe odgrywają ważną rolę zarówno w procesie fermentacji, jak i w kształtowaniu cech jakościowych piwa. Determinują stan fizjologiczny drożdży, jakość i trwałość piany, poziom zawartości alkoholu wyższych, a w konsekwencji pełnię smakową piwa. Pewną możliwością korekty poziomu związków azotowych jest dobór odpowiedniego programu zacierania sładów. Zbyt niska liczba Kolbacha może

świadczą o słabej aktywności enzymów proteolitycznych oraz o niewielkim udziale produktów hydrolizy białek. Pożądany przez browar stopień modyfikacji słołu jest zależny od kierunku jego przerobu. Do zacierania infuzyjnego klasycznie używa się słołów o liczbie Kolbacha 36 - 42 %, a nawet do 45 % w przypadku piw o „lekkim” smaku. Przy produkcji tradycyjnych piw typu lager wykorzystuje się słoły o liczbie Kolbacha z zakresu 33 - 37 %. Ze słołów wykazujących nadmierne rozluźnienie białkowe otrzymuje się piwa o ubogiej pianie, pustym i „szorstkim” smaku oraz nie satysfakcjonującej goryczce [10].

Stwierdzono, że wszystkie uzyskane słoły charakteryzowały się wysokim lub bardzo wysokim stopniem rozluźnienia (od 40,64 % – odmiana Jersey przy 7-dniowym słodowaniu frakcji ziarna o grubości powyżej 2,8 mm, do 73,25 % – odmiana Lailla przy 6-dniowym słodowaniu frakcji 2,8 - 2,5 mm). Analiza statystyczna wykazała, że zarówno czas słodowania w badanym zakresie (5, 6 i 7 dni), jak i dodatkowe frakcjonowanie nie wpływają w istotny sposób na wartość liczby Kolbacha (rys. 1). Jedynie cechy odmianowe różnicowały stopień przemian związków białkowych.

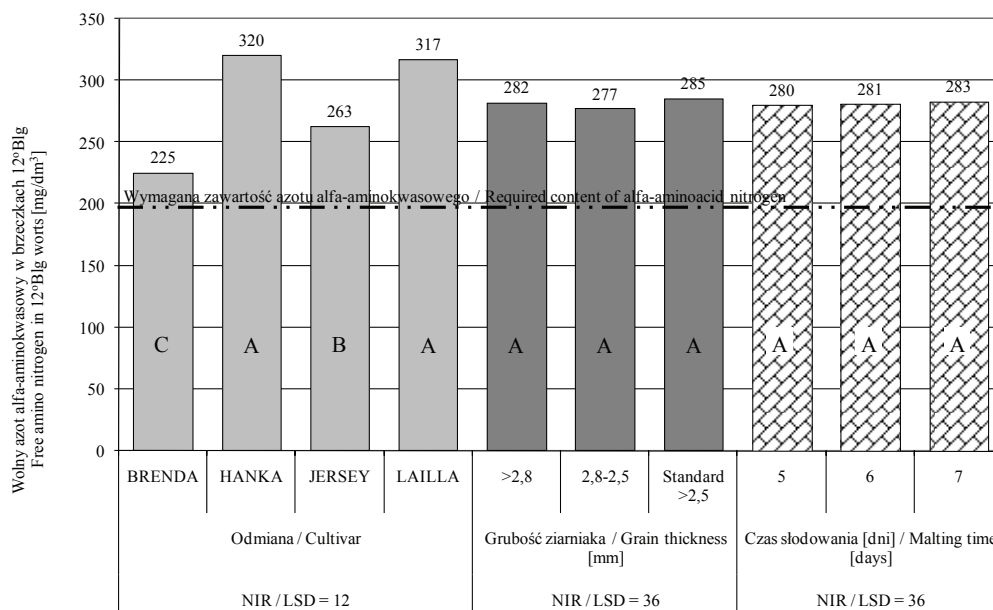


Rys. 1. Wartość liczby Kolbacha w zależności od odmiany ziarna jęczmienia, jego grubości i czasu słodowania.

Fig. 1. Kolbach index value depending on barley grain cultivar, its thickness, and malting time.

Zawartość wolnego azotu aminokwasowego w brzezcach słołowych jest jednym z najważniejszych wskaźników jakości brzezki przetwarzanej na piwo. Informuje on o ilości niskocząsteczkowych związków azotowych obecnych w brzezce, przyswajal-

nych przez drożdże piwowarskie. Przy przerobie samego słołu wartość ta powinna wynosić minimum 200 mg/dm^3 , natomiast przy zastosowaniu surowców niesłodowanych dopuszcza się minimalną zawartość azotu alfa-aminokwasowego na poziomie 150 mg/dm^3 . Jeżeli ilość ta nie jest zapewniona dochodzi do zaburzenia procesu rozmnażania drożdży, opóźnienia fermentacji i dojrzewania, a zatem występowania niepożądanych cech młodego piwa w bukietcie gotowego produktu [10]. Mała ilość azotu alfa-aminokwasowego może być częściowo korygowana poprzez modyfikację procesu technologicznego oraz odpowiedni dobór surowców. Alternatywą jest m.in. wybór słołu o zwiększonej zawartości białka, słołów klasyfikowanych jako nienormatywne lub słołów o bardzo dobrym rozluźnieniu. Zacierając takie słoły w połączeniu np. z ziarnem kukurydzy można otrzymać brzezki normatywne pod względem zawartości związków azotowych. Możliwe jest też korygowanie niedoboru tych składników zmianami procesu zacierania, np. przez wydłużoną przerwę białkową. Niska zawartość azotu alfa-aminokwasowego w brzezce wcale nie musi wiązać się z utrudnieniami pracy drożdży. Surowce niesłodowane mogą być potencjalnym źródłem nie tylko alfa-aminokwasów, lecz również peptydów złożonych z dwóch lub trzech połączonych ze sobą aminokwasów, które są w odpowiednich warunkach utylizowane przez drożdże [8].



Rys. 2. Zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego w 12°Bgl brzezce w zależności od odmiany ziarna jęczmienia, jego grubości i czasu słodowania.

Fig. 2. Content of free amino nitrogen in 12°Bgl worts depending on barley grain cultivar, its thickness, and malting time.

Poziom zawartości azotu alfa-aminokwasowego w badanych brzezczkach korespondował z zawartością białka ogółem w ziarnie pobranym do słodowania (rys. 2). Wszystkie badane słody, niezależnie od odmiany, frakcji surowca oraz czasu słodowania pozwoliły na otrzymanie brzezczi o zawartości azotu alfa-aminokwasowego na poziomie większym niż 200 mg/dm^3 brzezczi 12°Blg. Statystycznie istotny wpływ na zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego miała tylko odmiana jęczmienia. Brzezczi otrzymane ze słodów wyprodukowanych z ziarna odmian Lailla i Hanka zostały zaliczone do tej samej grupy statystycznie jednorodnej i charakteryzowały się najwyższymi średnimi zawartościami wolnego azotu alfa-aminokwasowego, odpowiednio 317 i 320 mg/dm^3 12°Blg brzezczi. Zarówno frakcjonowanie ziarna, jak i wydłużanie czasu jego słodowania nie wpłynęło w istotny sposób na zawartość azotu alfa-aminokwasowego w brzezczkach.

Z ziarna badanych odmian jęczmienia browarnego otrzymano słody charakteryzujące się bardzo wysokim stopniem rozluźnienia. Zasadne wydaje się więc stwierdzenie, że czas słodowania można skrócić nawet poniżej 5 dni. Spowoduje to poprawę ekonomiki produkcji, zarówno przez skrócenie czasu trwania procesu (zwiększenie mocy przerobowych), jak i ograniczenie ubytków związanych z rozwojem korzonków i kiełków liścieniowych. Jednocześnie należy zauważyć, że tak wysokie rozluźnienie oraz zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego nie są wymagane przy klasycznym przerobie na brzezczkę piwną, a mogą nawet być dodatkowym utrudnieniem technologicznym. Wymagania wobec tych dwóch wskaźników są wyższe przy stosowaniu zamienników słodu, które stanowią zazwyczaj wyłącznie źródło węglowodanów. Słody wykorzystywane przy zacieraniu z surowcem niesłodowanym muszą dodatkowo pokrywać powstałą różnicę zawartości aminokwasów, celem zapewnienia właściwego przebiegu procesu fermentacji. Z ziarna odmiany Lailla i Hanka można pozyskać słody oraz brzezczi o zawartości wolnego azotu alfa-aminokwasowego powyżej 300 mg/dm^3 brzezczi 12°Blg. Uzyskane jednocześnie wysokie wartości liczby Kolbacha wskazują na nadmierną modyfikację związków białkowych w ziarniakach tych odmian. Czas słodowania ziarna jęczmienia odmian Lailla i Hanka mógłby zostać prawdopodobnie skrócony do 4 dni, a uzyskane słody nadal nadawałyby się do produkcji brzezczi z dodatkiem surowca niesłodowanego.

Na podstawie efektów przemian związków białkowych ziarna i słodu można stwierdzić, że był to materiał roślinny bardzo dobrej jakości i o odpowiednich parametrach technologicznych. Dodatkowe frakcjonowanie ziarna pod względem grubości nie wpłynęło istotnie na żaden z badanych parametrów.

Wnioski

1. 5-, 6- i 7-dniowy czas słodowania ziarna jęczmienia browarnego odmian Lailla, Jersey Hanka i Brenda nie różnicował wartości liczby Kolbacha słodów i zawarto-

- ści wolnego azotu alfa-aminokwasowego w brzezcach słodowych. Jest to prawdopodobnie cecha odmianowa.
2. Brak zmienności ilości produktów hydrolizy enzymatycznej białek w brzezcach wskazuje na możliwość skracania czasu kiełkowania ziarna badanych odmian nawet do 5 dni, bez zasadniczych zmian wartości liczby Kolbacha oraz zawartości azotu alfa-aminokwasowego.

Literatura

- [1] Analytica – EBC, Verlag Hans Carl Getränke – Fachverlag, Nürnberg 1998.
- [2] Baca E., Gołębiewski T.: Nowe spojrzenie na wskaźniki warunkujące wartość technologiczną jęczmienia i słodu browarnego. *Przem. Ferm.*, 1997, **10**, 18-22.
- [3] Baxter E.D.: The use of hordein fractions to estimate proteolytic activity in barley and malt. *J.Inst. Brew.*, 1976, **82**, 203-208.
- [4] Błazewicz J.: Właściwości brzezców i koncentratów słodowych otrzymanych z użyciem skrobi ziemniaczanej, ziarna pszenżyta i jęczmienia jako zamienników słodu. *Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Rozprawy CCXVII*, 2004, **491**, 7-60.
- [5] Dylkowski W.: *Browarnictwo*. WSiP, Warszawa 1993.
- [6] Garstang J.R., Giltrap N.J.: The effect of applied and soil mineral nitrogen on yield and quality of malting barley varieties. *Asp. App. Biol.*, 1990, **25**, 315-327.
- [7] Gołębiewski T., Brudzyński A., Baca E.: Polski jęczmień dla przemysłu słodowniczego: tradycje, stan obecny i perspektywy na tle sytuacji europejskiej. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1997, **9**, 4-6.
- [8] Ingledew W.M., Patterson C.A.: Effect of nitrogen source and concentration on the uptake of peptides by a lager yeast in continuous culture. *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, 1999, **57 (1)**, 9-17.
- [9] Kawka A., Gąsiorowski H.: Skład aminokwasowy wybranych odmian jęczmienia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **3 (24)**, 39-47.
- [10] Kunze W.: *Technologia piwa i słodu*. Piwochmiel, Warszawa 1999.
- [11] Molina-Cano J.L.: The EBC Barley and Malt Comitee Index for the Evalaution of Quality Malting in Barley and its USE in Breeding. 1987, **98**, 249-256.
- [12] Olesienkiewicz A., Grajek W.: *Enzymy w browarnictwie*. Mat. VIII Szkoły Technologii Fermentacji, Jamrozowa Polana – Duszniki Zdrój 2003, ss. 60-76.
- [13] Patlewicz B.: Jęczmień jako surowiec dla przemysłu browarnego. *Przem. Ferm. Owoc. Warz*, 1994, **38**, 9-10.
- [14] Gąsiorowskiego H. (pod red.): *Jęczmień*. Chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1997.
- [15] Weston D.T., Horsley R., Schwarz P.B., Gross R.J.: Nitrogen and plantingdate effects on low-protein spring barley. *Agron. J.*, 1993, **85**, 1170-1174.
- [16] <http://www.malteurop.pl>

EFFECT OF MALTING TIME AND FRACTIONATION OF BARLEY GRAIN ON MALT KOLBACH INDEX AND CONTENT OF FREE AMINO NITROGEN IN WORTS**S u m m a r y**

The objective of the investigations was to determine the effect of malting time and additional fractionation of brewing barley grain on the affluence of malt and worts produced thereof as regards the products of enzymatic hydrolysis of proteins. The investigation material were brewing barley grains of Lailla, Jersey, Hanka, and Brenda cultivars originating from the vegetation season in 2004, from the Lower Silesia region. All the grains analyzed were classified by their thickness into 3 fractions: standard grain fraction (grains larger than 2.5 mm), fraction of grains ranging from 2.5 to 2.8 mm, and fraction with grains larger than 2.8 mm. The grains of the three fractions were then malted for 5, 6, and 7 days. In the laboratory worts obtained from these malts, the content of free amino nitrogen was determined, and the Kolbach index was calculated. The results obtained were analyzed using a Statistica software. Based on the statistical analysis performed, it was shown that neither the malting time of 5, 6, and 7 days nor the additional fractionation considerably impacted the value of Kolbach index. Those two factors did not considerably impact the content of free amino nitrogen in worts analyzed. The malts were characterized by a high loosening level. Thus, it seems justified to assume that when shortening the malting process period to less than 5 days, the economics of production could be improved owing to the shorter process duration and to the reduced natural malting losses related with the development of rootlets and acrospires. The additional grain fractionation affected neither the Kolbach index, nor the content of free amino nitrogen. Therefore, no technological justification exists of introducing the fractionation as an additional process when considering the product quantities of enzymatic hydrolysis of proteins.

Key words: Kolbach index, free amino nitrogen (FAN), malting, fractionation ☒

STANISŁAW KALISZ, KRYSZTOF MARSZAŁEK, MARTA MITEK

BADANIA NAD WPLYWEM DODATKU PREPARATÓW PEKTYN WYSOKO METYLOWANYCH NA PARAMETRY JAKOŚCIOWE NEKTARÓW TRUSKAWKOWYCH

Streszczenie

Głównym celem pracy było określenie zmian jakościowych nektarów truskawkowych wzbogaconych preparatem pektyn wysoko metylowanych, przechowywanych przez 4 miesiące w temp. 4 °C oraz 20 °C. W nektarach oznaczono zawartość: polifenoli ogółem, witaminy C i antocyjanów. Określono półokres rozpadu antocyjanów i aktywność przeciwutleniającą. Ponadto oznaczono zawartość: cukrów ogółem, cukrów bezpośrednio redukujących i sacharozy oraz zmierzono parametry barwy w systemie CIE Lab. Bezpośrednio po produkcji największą zawartością polifenoli i witaminy C wyróżniał się nektar kontrolny, odpowiednio: 81,6 mg/100 ml i 6,12 mg/100 ml. Pod względem zawartości antocyjanów i zdolności przeciwutleniającej najwyższymi wartościami charakteryzował się nektar z dodatkiem preparatu pektynowego wysoko metylowanego odpowiednio: 13,9 mg/100 ml oraz 4,73 μmoli Troloxu/ml. Także badane parametry barwy L*, a*, b* były najwyższe w przypadku nektarów z dodatkiem preparatu pektynowego.

Po 4-miesięcznym przechowywaniu stwierdzono statystycznie istotny spadek zawartości wszystkich badanych składników. Wykazano lepsze ich zachowanie w próbkach przechowywanych w temp. 4 °C w stosunku do składowanych w temp. 20 °C. Jednocześnie nie wykazano statystycznie istotnego, pozytywnego wpływu dodatku preparatu pektynowego na parametry jakościowe badanych nektarów.

Słowa kluczowe: truskawka, nektar, pektyna, cechy jakościowe, przechowywanie

Wprowadzenie

Produkcja soków i nektarów w Polsce od kilku lat wzrasta. Spowodowane jest to znacznym wzrostem spożycia tego rodzaju produktów. Tendencja ta utrzymywana jest głównie dzięki coraz lepiej poznanym aspektom zdrowotnym tych przetworów, ale również większej świadomości społeczeństwa na temat możliwości ochrony zdrowia przez częste spożywanie warzyw i owoców. Wzrost świadomości żywieniowej po-

twierdza między innymi fakt, że zainteresowanie żywnością funkcjonalną o naukowo wykazany korzystnym wpływie na zdrowie jest coraz większe.

Jednym z najważniejszych owoców produkowanych w Polsce jest truskawka (*Fragaria ananasa*), uprawiana obecnie na całym świecie. Jej owoce charakteryzują się nie tylko atrakcyjną barwą, smakiem czy aromatem, ale również dużą zawartością cennych składników bioaktywnych, takich jak: kwas askorbinowy, antocyjany, sole mineralne, w tym potas, żelazo, fosfor i wapń. Pod względem zawartości żelaza i fosforu truskawki zajmują pierwsze miejsce wśród owoców jadalnych, a pod względem zawartości witaminy C ustępują tylko czarnej porzeczce [14]. W Polsce truskawka jest rośliną o dużym znaczeniu gospodarczym, a pod względem wielkości produkcji zajmuje drugie miejsce po jabłkach. Udział truskawek w globalnej produkcji owoców wynosi ok. 10 %, a w przeliczeniu na jednego mieszkańca Polska jest światowym liderem w jej produkcji [14].

Przedstawione w niniejszej pracy badania miały na celu ocenę wpływu wzbogacania nektarów truskawkowych preparatem pektyn wysoko metylowanych na zawartość i stabilność związków polifenolowych, w tym antocyjanów oraz witaminy C, a także zdolność przeciwutleniającą nektarów truskawkowych oraz parametry barwy w systemie CIE Lab.

Material i metody badań

Surowiec do produkcji nektaru truskawkowego został zebrany w czerwcu 2008 roku. Odszypułkowane, umyte i zapakowane próżniowo w woreczki foliowe truskawki zamrożono i przechowywano do października 2008 roku w temp. $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Przed rozpoczęciem badań odpowiednią ilość surowca rozmrożono i poddano obróbce enzymatycznej z użyciem preparatu pektynolitycznego Pektopol PT-400 (firmy Pektowin Jasło) w ilości 150 mg/kg miazgi truskawkowej. Obróbkę enzymatyczną prowadzono w łaźni wodnej w temp. ok. $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, przez 1,5 h. Następnym etapem było tłoczenie za pomocą ręcznej prasy warstwowej i otrzymanie moszczu truskawkowego. Moszcz ponownie poddano obróbce enzymatycznej w warunkach takich jak przy obróbce surowca, po czym dodany enzym inaktywowano przez podgrzanie moszczu do temp. $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ i natychmiast schłodzono go do temp. $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Przygotowany moszcz poddano filtracji przy użyciu filtra płytowego. Jako materiał pomocniczy użyto perlit i ziemię okrzemkową. Z moszczu przygotowano nektar truskawkowy o następujących parametrach: zawartość składnika owocowego w gotowym produkcie – 40 %, ekstrakt refraktometryczny nektaru – 10 %, kwasowość ogólna – 5 g/l w przeliczeniu na kwas cytrynowy.

Z otrzymanego nektaru przygotowano próbki: kontrolną (NT) oraz z dodatkiem preparatu pektyny wysoko metylowanej WECJ 3 (NTH) w ilości 0,1 %. Nektary rozlały do butelek o pojemności 200 ml i pasteryzowano przez 15 min w temp. $85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po

obróbce cieplej nektar szybko schłodzono w zimnej wodzie i przechowywano przez 4 miesiące w temp. 20 °C oraz w warunkach chłodniczych (4 °C), w obu przypadkach bez dostępu światła. Każdorazowo, w odstępach miesięcznych analizowano 3 opakowania nektaru w dwóch powtórzeniach.

W nektarach oznaczano zawartość: polifenoli ogółem, antocyjanów oraz witaminy C. Wyznaczono jednocześnie półokres rozpadu antocyjanów, indeks ich degradacji, a także pojemność przeciwutleniającą spektrofotometrycznie z użyciem trwałego rodnika 1,1-difenylo-2-pikrylohydrazylu (DPPH).

Oznaczenie zawartości polifenoli ogółem wykonano wg metody Gao [2], wyrażając wynik w przeliczeniu na kwas galusowy. Zawartość antocyjanów oznaczano metodą Fuleki-Francisa [1], zgodnie z którą obliczano również indeks degradacji antocyjanów. Po 4-miesięcznym przechowywaniu wyznaczano półokres rozpadu antocyjanów w obu wariantach nektarów i w każdej temperaturze przechowywania.

Oznaczano również zawartość witaminy C zgodnie z PN-A-04019:1998 metodą miareczkową [10] oraz parametry barwy, które mierzono w świetle przechodzącym, używając kolorymetru Konica Minolta CM-3600d, w kuwetach szklanych o grubości 10 mm. Pomiar prowadzono w systemie CIE Lab, stosując typ obserwatora 10° oraz iluminant D65. Pomiar właściwości przeciwutleniających soków prowadzono wobec rodników 2,2 difenyl-1-pikrylohydrazylowych (DPPH) metodą Yena oraz Chena, a ubytek rodników DPPH obliczano na podstawie krzywej wzorcowej względem troloxu [13].

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji wieloczynnikowej w programie statystycznym StatGraphics Plus 4.1. Zbadano wpływ temperatury i czasu przechowywania, a także dodatku preparatu pektynowego na zmiany zawartości parametrów przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Jednocześnie wykonano testy szczegółowe, dzieląc wyniki na grupy jednorodne oraz zbadano interakcje pomiędzy czynnikami A (temperatura lub dodatek pektyny) i B (czas przechowywania). Uwzględniając analizę regresji oraz przyjmując, że szybkość degradacji antocyjanów ma charakter reakcji I rzędu wyliczono półokres rozpadu antocyjanów.

Wyniki i dyskusja

Otrzymane w warunkach laboratoryjnych nektary truskawkowe miały ekstrakt 10 %, kwasowość 5 g/l oraz pH 3,08. Zawartość cukrów ogółem w nektarach kontrolnych wyniosła 9,41 natomiast w nektarach wzbogacanych 9,36 g/100 ml. Zarówno w przypadku nektarów kontrolnych, jak i w przypadku nektarów wzbogacanych preparatem pektynowym blisko 50 % cukrów ogółem stanowiły cukry bezpośrednio redukujące (tab. 1).

Jednocześnie wykazano, że zarówno czas, jak i temperatura przechowywania miały statystycznie istotny wpływ na zawartość prawie wszystkich badanych składni-

ków. Wyjątek stanowiły polifenole, w przypadku których nie wykazano statystycznie istotnego wpływu temperatury przechowywania. Analizując wpływ czasu stwierdzono statystycznie istotne różnice zawartości polifenoli ogółem, zachodzące w nektarach w początkowym okresie przechowywania, w trakcie pierwszych dwóch miesięcy. Po dwóch miesiącach różnice te były już nieistotne (3 grupy jednorodne).

Tabela 1

Zawartość cukrów ogółem, bezpośrednio redukujących oraz sacharozy.
Contents of total sugars, directly reducing sugars, and saccharose.

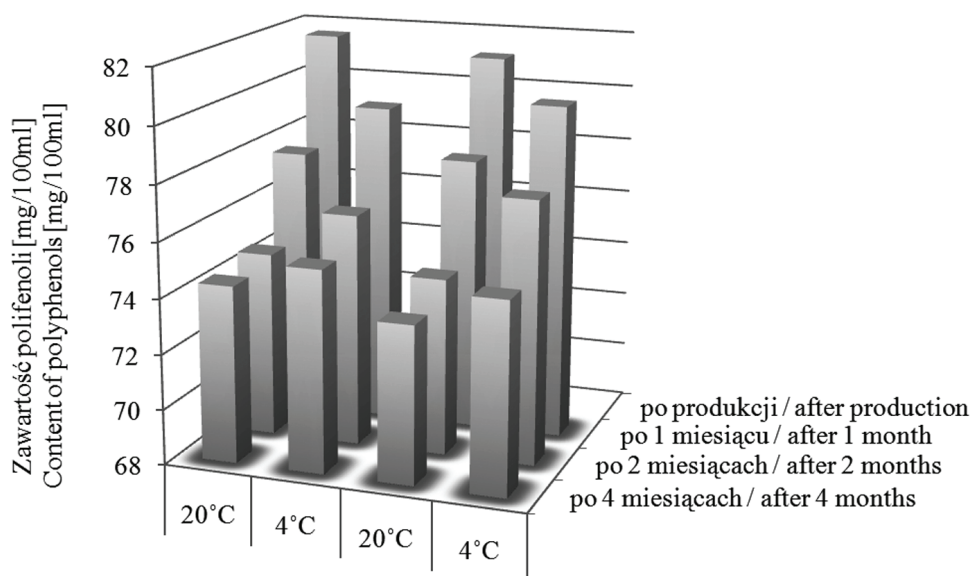
Próba Sample	Cukry ogółem Total sugars [g/100 ml]	Cukry bezpośrednio redukujące Directly reducing sugars [g/100 ml]	Sacharoza Saccharose [g/100 ml]
Nektar kontrolny (NT) Control sample of nectar (NT)	9,41	4,49	4,67
Nektar z dodatkiem preparatu pektyny wysoko metylowanej (NTH) Nectar with high methoxyl pectin preparation added (NTH)	9,36	4,71	4,42

W analizie statystycznej uzyskanych wyników określono również wpływ dodatku preparatu pektynowego na ograniczenie strat badanych składników nektarów. Stwierdzono, że dodatek preparatu pektynowego miał korzystny wpływ jedynie na ogólną zdolność przeciwutleniającą. Przy pomiarze zawartości polifenoli, antocyjanów oraz witaminy C również nie wykazano pozytywnego wpływu dodatku preparatu pektynowego.

Zawartość polifenoli ogółem bezpośrednio po produkcji wynosiła: w próbkach kontrolnych (81,6 mg/100 ml), w próbkach wzbogacanych preparatem pektynowym (81,1 mg/100 ml). Po czteromiesięcznym przechowywaniu w temperaturze chłodniczej i pokojowej wartość ta uległa niewielkim zmianom i straty polifenoli kształtowały się odpowiednio na poziomie 8,8 i 7,7 % w nektarach kontrolnych oraz 9,1 i 7,6% w nektarach wzbogacanych preparatem pektynowym. Najintensywniejszy spadek zawartości polifenoli stwierdzono w pierwszych dwóch miesiącach składowania w obu temperaturach przechowywania, a zmiany te przedstawiono na rys. 1. Podobne wyniki zmian zawartości polifenoli uzyskali Kalisz i Wolniak [5, 12] w badaniach prowadzonych nad wpływem dodatku preparatów pektynowych na parametry jakościowe soków truskawkowych.

Należy dodać, że metoda oznaczania zawartości polifenoli ogółem z odczynnikiem Folin-Ciocalteu'a, z uwagi na możliwość reagowania z witaminą C, białkami

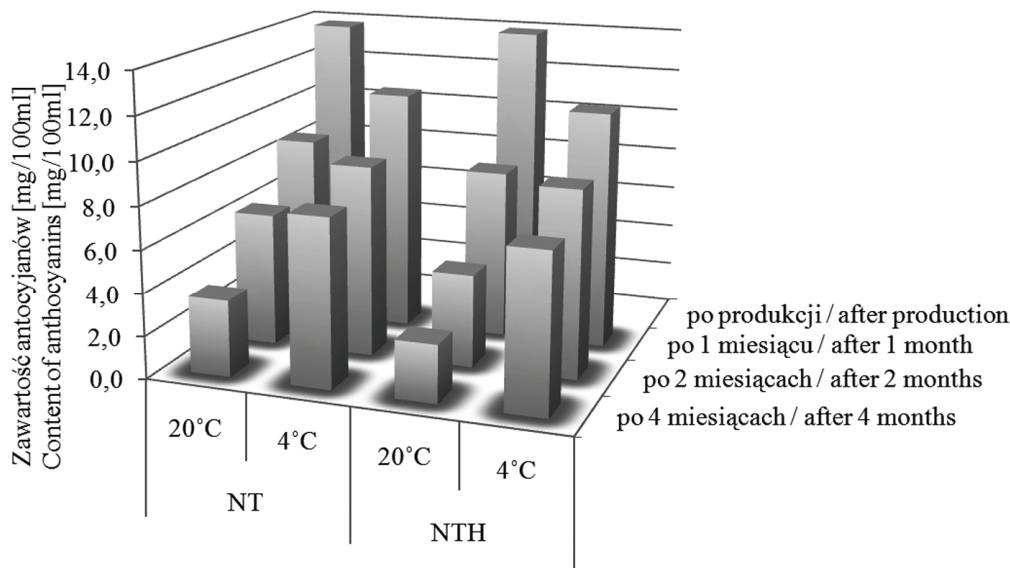
i innymi związkami, utrudnia precyzyjne określenie zmian związków polifenolowych [11]. Znaczne różnice zawartości polifenoli w sokach czy nektarach truskawkowych spowodowane mogą być również warunkami prowadzenia procesu technologicznego, które mogą istotnie wpłynąć na ich zawartość w produkcie końcowym. Straty polifenoli związane z tłoczeniem surowca mogą sięgać nawet 50 %, dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na maksymalizację wydobycia tych składników z surowca poprzez odpowiednią obróbkę termiczną i enzymatyczną oraz stosowanie dodatkowej ekstrakcji wycieków [8].



Rys. 1. Zmiany zawartości polifenoli ogółem w nektarach z truskawek w trakcie ich przechowywania.

Fig. 1. Changes in the contents of polyphenols in strawberry nectars during their storage.

Barwniki antocyjanowe stanowią jedną z grup związków polifenolowych, dlatego też dokonano oznaczania zawartości antocyjanów w badanych nektarach, a wyniki przedstawiono na rys. 2. Początkowa zawartość tych składników w nektarach kontrolnych i z dodatkiem preparatu pektynowego wynosiła odpowiednio 13,8 oraz 13,9 mg/100 ml. Stwierdzono wyraźne zmniejszenie zawartości antocyjanów (o ok. 40 %) już po pierwszym miesiącu przechowywania w temp. 20 °C. Stabilność barwników antocyjanowych w temp. 4 °C była znacznie lepsza, a straty po pierwszym miesiącu wyniosły ok. 17 % w obu nektarach. Dalsze przechowywanie powodowało systematyczny spadek zawartości antocyjanów. Po czterech miesiącach przechowywania w temp. 20 °C ich straty w nektarach kontrolnych wyniosły ok. 74 %, a we wzbogacanych preparatem pektynowym ok. 80 %.



Rys. 2. Zmiany zawartości antocyjanów w nektarach z truskawek w trakcie ich przechowywania.

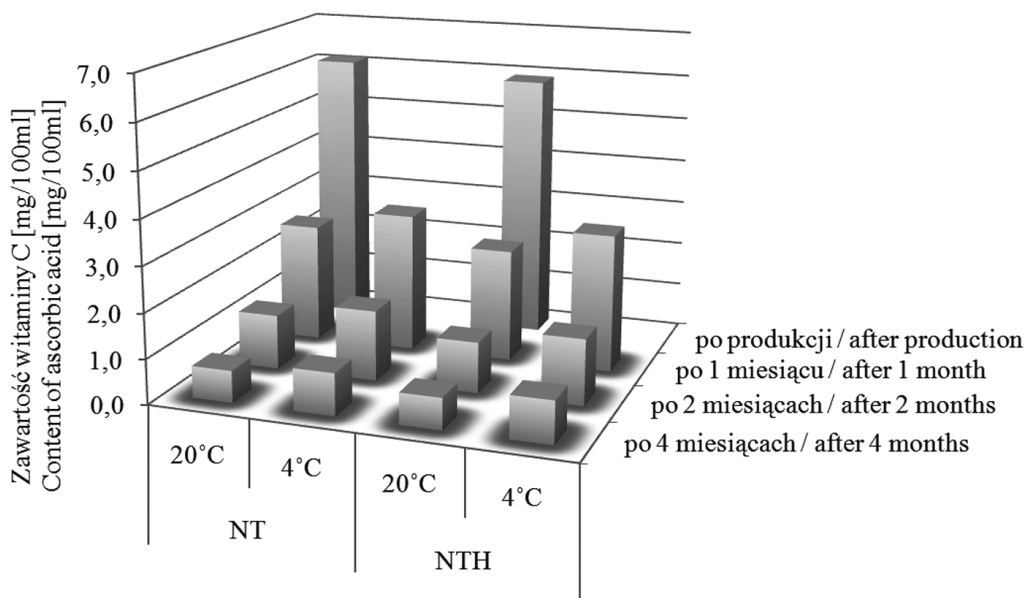
Fig. 2. Changes in the contents of anthocyanins in strawberry nectars during their storage.

Chłodnicza temperatura przechowywania znacznie ograniczyła straty tych barwników, ale i tak były one znaczące. W nektarze kontrolnym pozostało ok. 57 %, a w nektarze wzbogaconym ok. 53 % pierwotnej zawartości antocyjanów. Dodatkowo należy podkreślić, że półokres rozpadu barwników antocyjanowych podczas przechowywania próbki kontrolnej w temp. pokojowej wyniósł 69 ± 7 dni, a w chłodniczej 188 ± 20 dni. W przypadku próbki z dodatkiem preparatu pektynowego półokres ten analogicznie wyniósł odpowiednio 61 ± 3 dni oraz 159 ± 6 dni. Podobne straty zawartości antocyjanów wykazali Kalisz i Wolniak [5, 12] w badaniach na sokach truskawkowych, w których wyjściowa zawartość tych barwników była znacznie wyższa. Po trzymiesięcznym przechowywaniu soków w warunkach chłodniczych w próbkach kontrolnych stwierdzili oni ok. 48 % pierwotnej zawartości antocyjanów. W próbkach wzbogacanych preparatem pektynowym pozostało tych składników ok. 60 %.

Antocyjany w żywności są na ogół mało trwałe, a mechanizm ich degradacji nie jest do końca poznany. Przypuszczać można, że następuje oderwanie cząsteczki cukru, a powstałe aglikony jako mniej trwałe utleniają się do bezbarwnych lub brunatnych połączeń. Czynnikiem przyspieszającym rozpad antocyjanów jest przede wszystkim obecność tlenu i podwyższona temperatura. Również kwas askorbinowy w większości soków owocowych przyspiesza niszczenie antocyjanów. Przypuszcza się, że zmniejszenie zawartości antocyjanów może być związane także z nadtlenkiem wodoru, który wytwarzany jest przy nieenzymatycznym utlenianiu kwasu askorbinowego np. pod

wpływem jonów miedzi. Procesy technologiczne często prowadzą do zmiany zawartości antocyjanów, jednak równolegle do tych zmian mogą przebiegać reakcje enzymatycznego lub nieenzymatycznego rozkładu antocyjanów. Wykazano również, że taniny obecne w wielu surowcach owocowych bogatych w antocyjany mogą odgrywać pozytywną rolę w stabilizowaniu antocyjanów tworząc z nimi kopolimery [4, 6, 7, 9].

Zawartość witaminy C w badanych nektarach wynosiła od 5,91 mg/100 ml w wariancie z dodatkiem preparatu pektynowego do 6,12 mg/100 ml w nektarze kontrolnym (rys. 3). W obu rodzajach nektarów stwierdzono znaczne straty witaminy C w trakcie przechowywania w obu wartościach temperatury, przy czym po pierwszym miesiącu straty te były największe i wyniosły 57 % w nektarach przechowywanych w temp. 20 °C i 48 % w nektarach przechowywanych w temp. 4 °C.



Rys. 3. Zmiany zawartości witaminy C w nektarach z truskawek w trakcie ich przechowywania.

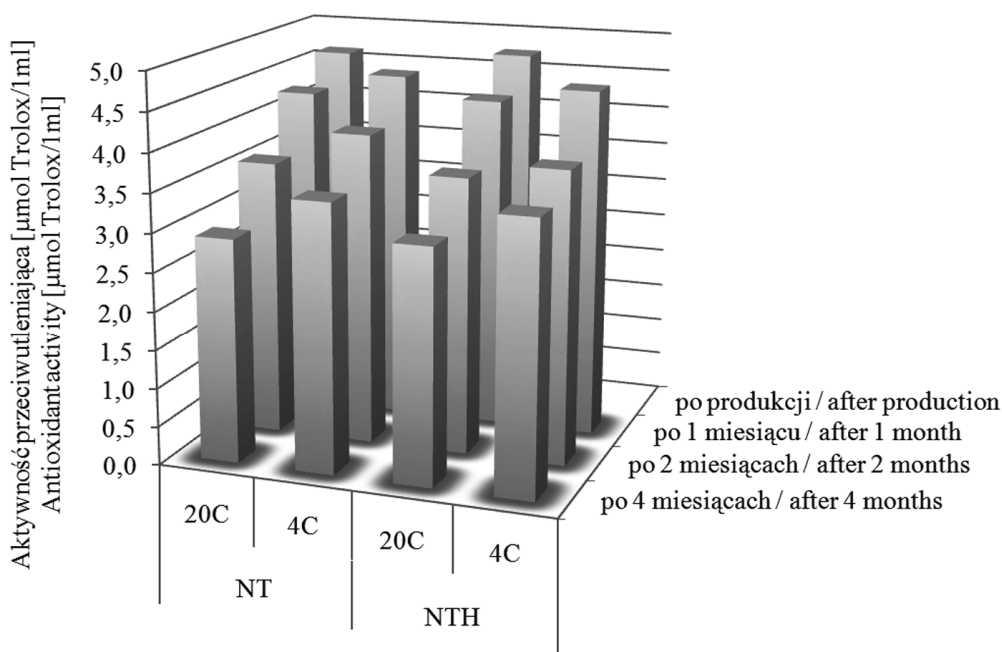
Fig. 3. Changes in the contents of ascorbic acid in strawberry nectars during their storage.

Wraz z wydłużaniem okresu przechowywania malała zawartość witaminy C. W porównaniu z próbkami wyjściowymi, po czterech miesiącach, zawartość badanego związku, była średnio 8,5-krotnie mniejsza w nektarach składowanych w temp. pokojowej oraz 6,4-krotnie mniejsza w próbkach przechowywanych w temp. chłodniczej.

Witamina C w stanie suchym wykazuje wysoką stabilność, natomiast jej roztwory wodne charakteryzują się niską trwałością, szczególnie przy pH niższym od 4 i wyższym od 6. Szybkość utleniania witaminy C zależy od temperatury, obecności

tlenu i metali katalizujących reakcje utleniania: miedzi i żelaza, a także innych składników żywności, w które bogate są owoce truskawki [3].

Bezpośrednio po produkcji nektary truskawkowe, kontrolny i z dodatkiem preparatu pektynowego, charakteryzowały się ogólną zdolnością przeciwutleniającą odpowiednio na poziomie 4,63 oraz 4,73 $\mu\text{mol Trolox/ml}$ nektaru. Stwierdzono, że nektary przechowywane w temp. chłodniczej charakteryzują się łagodniejszym charakterem zmian zdolności przeciwutleniającej niż te składowane w warunkach pokojowych (rys. 4). Spowodowane to było m.in. lepszym zachowaniem składników wpływających na ogólną zdolność przeciwutleniającą, takich jak: witamina C, a także polifenole jak antocyjany czy katechiny. W trakcie 4-miesięcznego przechowywania w temp. pokojowej zanotowano 37 i 35 % obniżenie zdolności przeciwutleniającej w nektarach kontrolnym i wzbogaconych preparatem pektynowym. W przypadku temperatury chłodniczej straty te były odpowiednio mniejsze osiągając wartość 3,48 i 3,51 $\mu\text{mol Trolox/ml}$ nektaru.



Rys. 4. Zmiany pojemności przeciwutleniającej w nektarach z truskawek w trakcie ich przechowywania.
Fig. 4. Changes in antioxidant capacity in strawberry nectars during their storage.

Zmiany zawartości badanych składników mają duże znaczenie również na szeroko pojmowane cechy sensoryczne, takie jak barwa. Wykonano pomiary barwy nektarów w systemie CIE Lab. Uzyskane wyniki parametrów barwy przedstawiono w tab. 2.

Oba rodzaje nektarów bezpośrednio po produkcji wykazywały podobne parametry barwy. Różnice stwierdzono podczas przechowywania w różnych wartościach temperatury. Parametr L^* , odpowiadający za jasność barwy, w chłodniczej temperaturze przechowywania malał, natomiast w temperaturze pokojowej wartość ta wyraźnie rosła. Wartości parametru a^* i b^* , nektarów przechowywanych w obu wartościach temperatury, wykazywały tendencję spadkową. Obserwowany efekt był jednak znacznie silniejszy w przypadku próbek składowanych w temp. 4 °C, co potwierdza tezę, że chłodnicza temp. przechowywania sprzyja zachowaniu pierwotnej barwy nektarów. Należy jednak pamiętać, że na barwę spostrzeganą przez obserwatora wpływają wszystkie 3 parametry barwy jednocześnie, dlatego też wydaje się niewłaściwym mówienie, że barwa zmieniała się na bardziej zieloną w przypadku parametru a^* lub bardziej niebieską w przypadku parametru b^* . Zmiany barwy wskazują na zachodzenie negatywnych procesów brązowienia produktu, szczególnie w pokojowej temperaturze przechowywania nektarów.

Tabela 2

Parametry barwy nektarów z truskawek w systemie CIE Lab, w trakcie ich przechowywania.
Colour parameters in strawberry nectars in CIE Lab system during the storage of nectars.

Czas przechowywania [miesiąc] Storage time [month]	Parametry barwy / Colour parameters											
	Nektar kontrolny Control nectar sample						Nektar z preparatem pektynowym wysoko metylowanym Nectar with high methoxyl pectin preparation					
	L		a*		b*		L		a*		b*	
	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C
0	48,60	-	+63,46	-	+69,81	-	49,28	-	+64,06	-	+71,70	-
1	50,37	48,57	+61,82	+62,59	+64,81	+66,52	50,90	48,04	+59,35	+62,95	+59,68	+66,73
2	51,02	48,56	+58,15	+60,51	+59,66	+61,87	52,22	47,36	+52,38	+61,03	+52,72	+61,42
4	51,44	48,50	+48,92	+59,53	+52,61	+57,41	52,25	47,26	+47,61	+59,62	+51,21	+57,46

Dodatkowo przeprowadzono analizę korelacji pomiędzy parametrami barwy i wybranymi składnikami nektarów, która wykazała bardzo silne zależności zarówno dodatnie, jak i ujemne. Na szczególną uwagę zasługują zależności występujące w próbkach przechowywanych w temp. 20 °C pomiędzy badanymi parametrami jakościowymi: zawartością antocyjanów a zdolnością przeciwutleniającą (0,93), zdolnością przeciwutleniającą nektarów a parametrami barwy a^* (0,96) i b^* (0,99) oraz pomiędzy zawartością witaminy C a zdolnością przeciwutleniającą (0,87).

Wyniki przeprowadzonej analizy korelacji mogą pozwolić na szacowanie zmian jednych składników na podstawie innych, już zbadanych. Na uwagę zasługuje fakt, że korelacja pomiędzy badanymi parametrami jakościowymi w przypadku nektarów z dodatkiem preparatu pektynowego była znacznie silniejsza niż w przypadku nektaru kontrolnego.

Wnioski

1. Chłodnicza temperatura przechowywania (4 °C) miała istotny wpływ na zmniejszenie strat: antocyjanów, polifenoli, witaminy C, ogólnej zdolności przeciwutleniającej, a także na stopień zachowania pierwotnej barwy nektarów truskawkowych.
2. Nie wykazano statystycznie istotnego pozytywnego wpływu dodatku preparatów pektynowych na ograniczenie strat badanych składników. Jednocześnie zaobserwowano korzystny wpływ dodatku preparatu pektynowego na wygląd ścianek opakowania. Dodatek preparatów pektynowych zapobiegał powstawaniu osadów na wewnętrznej powierzchni opakowania, czyniąc produkt wizualnie atrakcyjniejszym.
3. Analiza korelacji wykazała silne zależności pomiędzy badanymi parametrami jakościowymi nektarów przechowywanych w temp. 20 °C (zawartością antocyjanów a zdolnością przeciwutleniającą, zdolnością przeciwutleniającą nektarów a parametrami barwy a* i b* oraz pomiędzy zawartością witaminy C a zdolnością przeciwutleniającą).

Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego MNiSW Nr: N N312 2191 33

Literatura

- [1] Fuleki T., Francis F.J.: Quantitative methods for anthocyanins. *J. Food Sci.*, 1968, **33**, 72.
- [2] Gao X., Ohlander M., Jeppsson N., BjörTrajkovski V.: Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) during maturation. *J. Agr. Food Chem.*, 2000, **48**, 1485-1490.
- [3] Grajek W. (pod red.): Przeciwutleniacze w żywności. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne. WNT, 2007, ss. 141-209, 261-276, 416-421.
- [4] Horubała A.: Flawonoidy i ich znaczenie w technologii żywności. *Przem. Spoż.*, 1962, **16**, 15-21.
- [5] Kalisz S., Mitek M., Nowicka M.: Wpływ dodatku pektyn wysoko metylowanych na zawartość składników o właściwościach przeciwutleniających w sokach truskawkowych. *Żywność Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **2 (51)**, 145-154.
- [6] Lewicki P.: Flawonoidy w żywności. *Wiad. Chem.*, 1966, **20**, 47-57.
- [7] Oszmiański J.: Polifenole jako naturalne przeciwutleniacze w żywności. *Przem. Spoż.*, 1995, **3 (47)**, 95-97.
- [8] Oszmiański J.: Soki owocowe o wysokiej aktywności biologicznej. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, 2007, **4**, 12-14.

- [9] Pliszka B., Smyk B., Mielezko E., Oszmiański J., Drabant R.: Oddziaływanie jonów Cu (II) ze związkami antocyjanowymi zawartymi w ekstraktach z owoców aronii. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2005, **507**, 433-441.
- [10] PN-A-04019:1998 Produkty spożywcze. Oznaczanie zawartości witaminy C.
- [11] Singh D., Srivastava B., Sahu A.: Spectrophotometric determination of ajmaline and brucine by Folin Ciocalteu's reagent, *J. Serb. Chem. Soc.*, 2003, **68**, 685-690.
- [12] Wolniak M., Kalisz S.: Wpływ pektyn niskometylowanych na zawartość antocyjanów i polifenoli ogółem oraz ich aktywność przeciwrodnikową oznaczoną EPR w sokach truskawkowych. *Żywność. Nauka Technologia. Jakość*, 2006, **4 (49)**, 38-46.
- [13] Yen G-C, Chen H-Y: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, **43**, 27-32.
- [14] Żurawicz E.: Truskawka i poziomka. *Zeszyty Pomologiczne. Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa. Zakład Upowszechniania Postępu.*, 1994, 3-24.


RESEARCH INTO THE IMPACT OF HIGH METHOXYL PECTIN PREPARATIONS ON QUALITATIVE PARAMETERS OF STRAWBERRY NECTARS

S u m m a r y

The main objective of the research was to determine qualitative changes in strawberry nectars enriched with high methoxyl pectin preparations and stored for 4 months at 4 °C and 20 °C. In the nectars investigated, contents of total polyphenols, vitamin C (ascorbic acid), and anthocyanins were determined. Furthermore, half-life of anthocyanins and antioxidant activity were assayed, as were contents of total sugars, directly reducing sugars, and saccharose; also, the colour parameters using a CIE Lab system were measured.

Directly after the production, the highest content of polyphenols and ascorbic acid were found in the control sample of nectar: 81.6 mg / 100 ml and 6.12 mg / 100 ml, respectively. As regards the content of anthocyanins and total antioxidant activity, their highest values were reported in the nectar with high methoxyl pectin preparations added: 13.9 mg /100 ml and 4.73 μ mol Trolox /ml, respectively. Additionally, the analyzed colour parameters: L *, a*, and b* were the highest in nectars with the addition of pectin preparation.

After the 4-month storage, a statistically significant decrease in all the parameters investigated was found. It was proved that the values of the parameters analyzed remained at better levels in samples stored at 4°C compared to samples stored at 20 °C. At the same time, no statistically significant and positive impact was found of the addition of pectin preparations on the qualitative parameters of the nectars studied.

Key words: strawberry, nectar, pectin, qualitative parameters, storage 

MAŁGORZATA RZĄCA, DOROTA WITROWA-RAJCHERT, URSZULA
TYLEWICZ, MARCO DALLA ROSA

WYMIANA MASY W PROCESIE ODWADNIANIA OSMOTYCZNEGO OWOCÓW KIWI

Streszczenie

Usuwanie wody z tkanki owoców metodą suszenia zmienia znacznie ich wartość odżywczą i cechy sensoryczne. Jednocześnie wzrasta zainteresowanie produktami o małym stopniu przetworzenia. W związku z tym poszukuje się technologii pozwalających na otrzymanie produktów funkcjonalnych o zachowanej wysokiej wartościach odżywczej, a zarazem wygodnych dla konsumentów i przeznaczonych do bezpośredniego spożycia. Odwadnianie osmotyczne jest łagodną metodą służącą do częściowego usunięcia wody z tkanki roślinnej. Celem pracy była analiza kinetyki procesu odwadniania osmotycznego owoców zielonego kiwi. Zbadano wpływ temperatury procesu odwadniania na zmiany: ubytków masy, zawartości wody, ubytków wody oraz przyrostu masy suchej substancji i zawartości ekstraktu. Odwadnianie osmotyczne przebiegało w wodnym roztworze sacharozy o stężeniu 61,5 %, w zakresie czasu od 0 do 300 min w temperaturze: 25, 35 i 45 °C. Stosunek masy surowca do masy roztworu osmotycznego wynosił 1:5. Z przeprowadzonych badań wynika, że proces odwadniania osmotycznego w pierwszej godzinie był najbardziej dynamiczny, czyli rejestrowano największe ubytki masy i ubytki wody oraz przyrosty masy suchej substancji i zawartości ekstraktu, niezależnie od temperatury procesu. Podczas procesu odwadniania wraz z ubytkiem wody następował skurcz materiału. Na zmiany grubości plastrów kiwi wpływały warunki prowadzenia procesu. Wraz ze wzrostem temperatury i wydłużaniem procesu następowało zmniejszenie grubości plastrów. Ponadto określono współczynnik efektywności odwadniania osmotycznego i był on najwyższy dla procesu przebiegającego w najwyższej temperaturze. Efektywność procesu ustalała się na niezmiennym poziomie po 60 min, gdy proces prowadzono w temperaturze 45 °C i po około 30 min w przypadku temperatury 25 i 35 °C.

Słowa kluczowe: kiwi zielone, efektywność odwadniania, zawartość ekstraktu, grubość plastrów

Wprowadzenie

Owoce kiwi są produktem wysoko cenionym przez konsumentów, szczególnie jako produkt świeży, ale również jako składnik produktów mlecznych, dżemów, gala-

Mgr inż. M. Rząca, prof. dr hab. D. Witrowa-Rajchert, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, mgr inż. U. Tylewicz, prof. M. Dalla Rosa, Università degli studi di Bologna - Polo di Cesena, Campus of Food Science, Piazza Goidanich 60, 47023 Cesena (ITA)

rettek, syropów oraz wyrobów cukierniczych [14]. Poziom biologicznie aktywnych składników odżywczych w tych owocach jest dość wysoki. Zawierają one barwniki, tj. chlorofil i karotenoidy, a zawartość witaminy C jest wyższa niż w pomarańczy, truskawce, cytrynie czy grejpfrucie. W kiwi odmiany Hayward zawartość witaminy C wynosi od 37 do 200 mg/100 g świeżego surowca. Tak duża zawartość witaminy C wpływa na właściwości przeciwutleniające w większym stopniu niż inne przeciwutleniacze, tj. polifenole czy karotenoidy [15]. Ponadto witamina C pełni rolę inhibitora enzymatycznego brązowienia, które w negatywny sposób wpływa na barwę, teksturę i zapach tkanki roślinnej [16].

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie konsumentów produktami o małym stopniu przetworzenia. Technologie minimalnego przetworzenia są nowoczesnymi technikami, które pozwalają na uzyskanie żywności o trwałości wystarczającej do jej dystrybucji, a jednocześnie dające produkt świeży i „wygodny” [11, 12]. Odwadnianie osmotyczne pozwala uzyskać produkt minimalnie przetworzony, gotowy do bezpośredniego spożycia. Jednocześnie surowce po tym procesie mogą zostać poddane dalszej obróbce, tj. mrożeniu czy suszeniu [4, 6, 14, 16]. W wyniku odwadniania osmotycznego otrzymuje się produkt niehigroskopijny, o podwyższonej trwałości, ale też o większej zawartości wody, w porównaniu z tradycyjnie suszonymi owocami. Zmiany barwy i zapachu są minimalne, ze względu na ograniczone utlenianie, wyeliminowane przez brak kontaktu surowca z tlenem podczas odwadniania [7].

W czasie odwadniania osmotycznego dochodzi do wymiany masy, podczas której strumień wody przenika z wnętrza materiału do otaczającego roztworu, a strumień substancji osmotycznej – z roztworu do odwadnianej tkanki. Podczas procesu odwadniania następuje ubytek substancji niskocząsteczkowych, tj. cukrów, soli mineralnych, kwasów, witamin, które przenikają z wnętrza odwadnianej tkanki do otaczającego roztworu. Jest to istotny element wymiany masy, która wpływa na końcową wartość odżywczą i właściwości sensoryczne produktu [1, 3, 9, 14, 16]. Dlatego ważny jest wybór odpowiednich parametrów procesu, który będzie powodował minimalne zmiany produktu.

Najczęściej stosowaną substancją osmotyczną jest sacharoza i glukoza [16]. Szybkość i stopień odwadniania surowca oraz zmiany jego składu chemicznego zależą od rodzaju i stężenia substancji osmotycznej, właściwości tkanki roślinnej, stopnia rozdrobnienia surowca, stosunku masy odwadnianego surowca do roztworu osmotycznego, temperatury i czasu odwadniania [10, 13].

Celem pracy była analiza kinetyki procesu odwadniania osmotycznego owoców kiwi. Zbadano wpływ temperatury procesu odwadniania na zmiany: ubytków masy, zawartości wody, ubytków wody oraz przyrostu masy suchej substancji i zawartości ekstraktu w tkance. Wyznaczono również współczynnik efektywności odwadniania osmotycznego kiwi w roztworze sacharozы.

Material i metody badań

Do odwadniania osmotycznego wykorzystano owoce kiwi zielonego odmiany *Actinidia deliciosa*, var. *deliciosa* 'Hayward'. Surowiec zakupiono w supermarkecie w jednej partii. Kiwi przed eksperymentem przechowywano w chłodni o temp. 4 °C. Przed odwadnianiem owoce obierano i krojono w plastry o grubości 10 ± 1 mm.

Substancją osmotyczną był wodny roztwór sacharozy o stężeniu 61,5 %. Stosunek masy surowca do masy roztworu osmotycznego wynosił 1 : 5. Odwadnianie osmotyczne prowadzono w następującym zakresie czasu: 0, 5, 30, 60, 120 i 300 min w temp. 25, 35 i 45 °C. Bezpośrednio przed eksperymentem sacharozę podgrzewano do temperatury, w jakiej prowadzono odwadnianie osmotyczne. Odwadnianie prowadzono w zlewce o pojemności 5000 ml, umieszczonej w łaźni wodnej z zamontowaną siatką na mieszadle. W czasie odwadniania osmotycznego utrzymywano stałą temperaturę oraz ciągle mieszanie. Po zakończeniu odwadniania plastry odsączały na sicie i przepłukiwano wodą o objętości 2000 ml, a następnie osuszano na bibule filtracyjnej.

W materiale surowym i po każdym czasie odwadniania oznaczano: masę próbki, grubość plastrów oraz zawartość suchej substancji. Zawartość ekstraktu w owocach oznaczano metodą refraktometryczną, wyciskając ekstrakt kiwi i uzyskując wynik w °Bx. Podobnie mierzono zawartość sacharozy w roztworze odwadnianym. Zawartość suchej substancji oznaczano metodą suszarkową w temp. 70 °C przez 14 h.

Analizę kinetyki odwadniania osmotycznego kiwi dokonywano na podstawie ubytku masy ΔM_t^o [kg/kg], ubytku wody ΔM_t^w [kg H₂O/kg kiwi] i przyrostu masy suchej substancji ΔM_t^{ST} [kg s.s./kg kiwi] [2]:

$$\Delta M_t^o = \frac{(m_0 - m_t)}{m_0} \quad (1)$$

$$\Delta M_t^w = \frac{(m_0 X_0^w - m_t X_t^w)}{m_0} \quad (2)$$

$$\Delta M_t^{ST} = \frac{(m_t X_t^{ST} - m_0 X_0^{ST})}{m_0} \quad (3)$$

gdzie:

m_0 - masa początkowa kiwi przed odwadnianiem [kg],

m_t - masa końcowa kiwi po odwadnianiu [kg],

X_0^w, X_0^{ST} - zawartość wody i suchej substancji przed odwadnianiem [kg/kg],

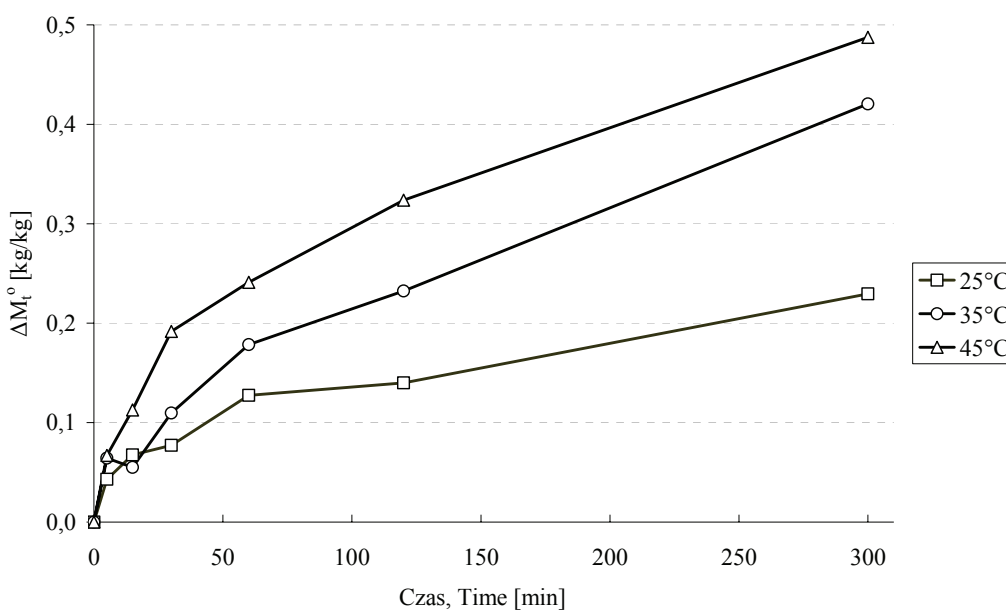
X_t^w, X_t^{ST} - zawartość wody i suchej substancji po odwadnianiu [kg/kg].

Obliczono również stosunek $\Delta M_t^w / \Delta M_t^{ST}$, zwany współczynnikiem efektywności odwadniania osmotycznego (WL/SG).

Wyniki opracowano statystycznie, przeprowadzając dwuczynnikową analizę wariancji ANOVA. Wnioskowanie statystyczne przeprowadzono na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Ubytki masy powstają w wyniku przepływu strumienia wody, wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami z surowca. Jest on większy od strumienia wnikałej do tkanki roślinnej sacharozy w czasie odwadniania osmotycznego [1].



Rys. 1. Ubytek masy podczas odwadniania osmotycznego kiwi w roztworze sacharozy w temperaturze 25, 35 i 45 °C.

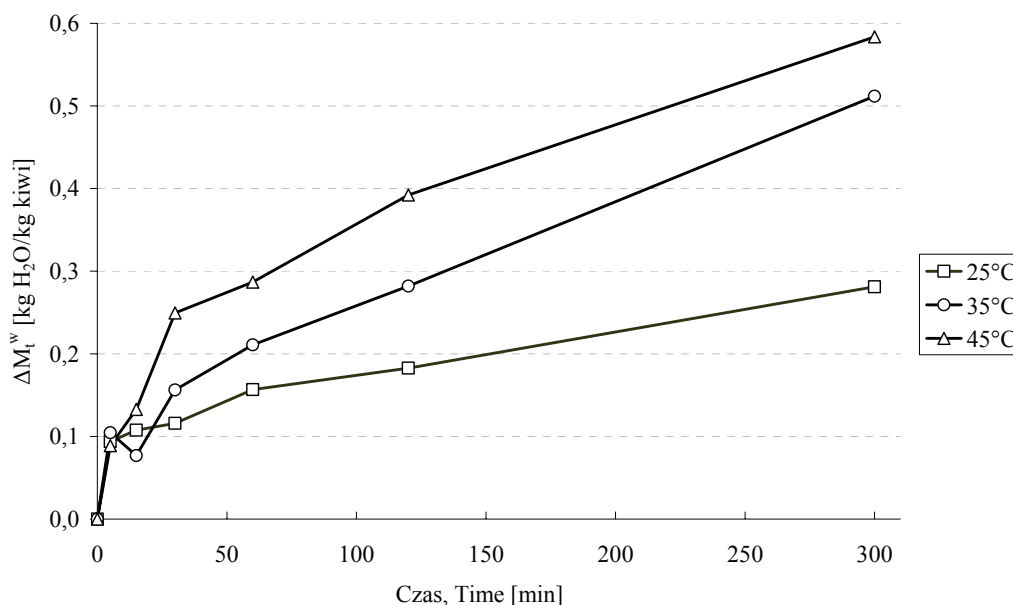
Fig. 1. Mass loss during osmotic dehydration of green kiwi fruit in sucrose solution at 25, 35, and 45 °C.

Z przeprowadzonej analizy statystycznej wynika, że na ubytek masy owoców kiwi istotnie wpływała temperatura, w której przeprowadzany był proces, oraz w mniejszym stopniu czas procesu. Ubytki masy były najintensywniejsze w ciągu 60 min trwania procesu (rys. 1). Po tym czasie w przypadku temp. 25 °C masa kiwi zmniejszyła się o około 13 %, w temp. 35 °C o około 18 % i w temp. 45 °C o około 24 %. Dalsze odwadnianie nie przebiegało już tak dynamicznie. Najprawdopodobniej było to spowodowane zmianą struktury surowca na skutek odwadniania osmotycznego i mniejszą siłą napędową w czasie dalszej części procesu. W kolejnych 4 godzinach masa zmniejszyła się odpowiednio o 10, 24 i 25 %. Szybkość odwadniania osmotycznego na początku procesu jest największa, gdyż następuje dyfuzja wody z powierzchniowych

warstw komórek, a wnikanie substancji osmotycznej do wnętrza jest szybkie. Wówczas strumień usuwanej wody jest dużo większy niż strumień wnikającej substancji osmotycznej. Następnie strumienie te maleją i ubytek wody stabilizuje się do stałego poziomu, a dyfuzja substancji osmotycznej nieznacznie się zwiększa [8]. Tak jak we wszystkich procesach dyfuzyjnych wyższa temperatura powodowała intensywniejsze ubytki wody i wnikanie suchej substancji. Ze względu na to, że strumień wody był znacznie większy, obserwowano w efekcie większe przyrosty masy w wyższej temperaturze.

Ubytki masy są głównie związane ze zmniejszeniem zawartości wody. Analiza wariancji potwierdziła, że na ubytek masy w czasie odwadniania osmotycznego owoców kiwi miał wpływ zarówno czas odwadniania, jak i temperatura roztworu osmotycznego, przy czym temperatura odwadniania miała większe znaczenie.

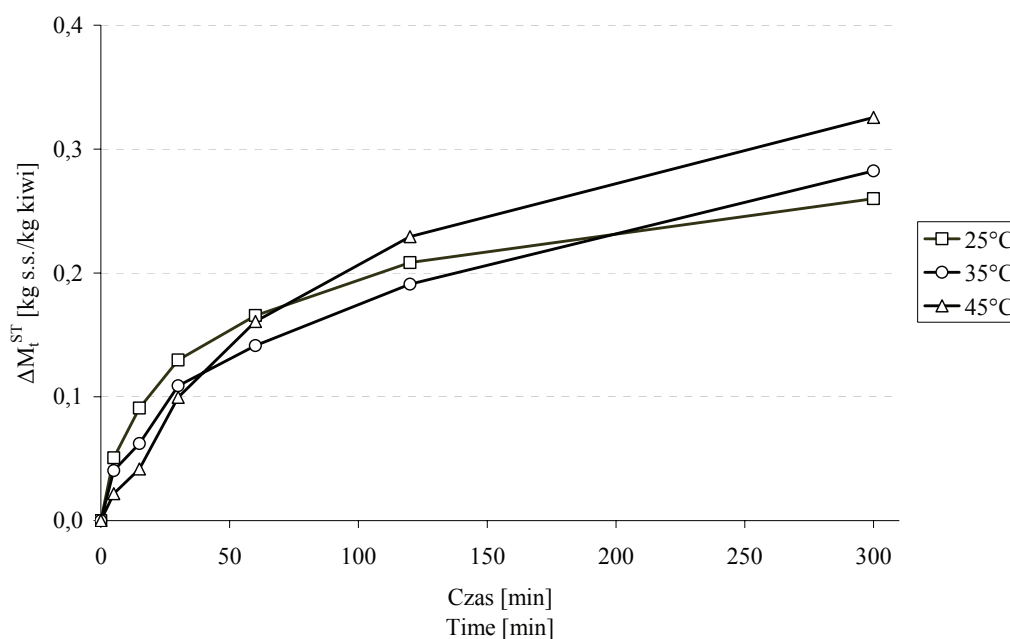
Zmniejszenie zawartości wody spowodowało ubytki wody w odwadnianej tkance, co przedstawiono na rys. 2. Wzrost temperatury i wydłużenie czasu procesu spowodowało zwiększenie tych ubytków. Przeprowadzona analiza wariancji wykazała, że na ubytek wody w czasie odwadniania osmotycznego owoców kiwi miał wpływ zarówno czas odwadniania, jak i temperatura roztworu osmotycznego, przy czym czas odwadniania miał większe znaczenie.



Rys. 2. Ubytek wody podczas odwadniania osmotycznego kiwi w roztworze sacharozy w temperaturze 25, 35 i 45 °C.

Fig. 2. Water loss during green kiwi fruit osmotic dehydration in sucrose solution at 25, 35 and 45 °C.

Przyrost masy suchej substancji wynika z koncentracji składników ekstraktu oraz ilości wnikażącej sacharozy do odwadnianego materiału. Wraz z wydłużaniem czasu odwadniania osmotycznego następował większy przyrost masy suchej substancji. Wnikanie substancji osmotycznej najszybciej przebiegało na początku procesu. Jednakże przeprowadzona analiza wariancji wykazała, że na przyrost masy suchej substancji istotny wpływ miała temperatura procesu, a nie czas. Pod koniec procesu przyrost ten osiągnął końcową wartość 26 % w temp. 25 °C, 51 % w temp. 35 °C i 58 % w temp. 45 °C (rys. 3).



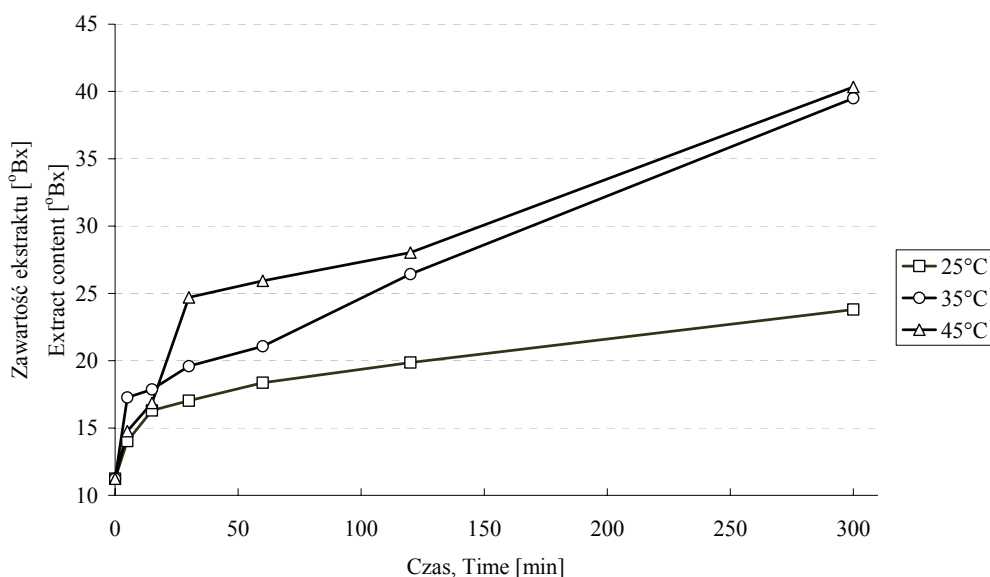
Rys. 3. Przyrost masy suchej substancji podczas odwadniania osmotycznego kiwi w roztworze sacharozy w temperaturze 25, 35 i 45 °C.

Fig. 3. Increase in dry matter during osmotic dehydration of green kiwi fruit in sucrose solution at 25, 35, and 45 °C.

Podobnie zawartość ekstraktu w plastrach kiwi wzrastała wraz z wydłużeniem czasu odwadniania osmotycznego oraz podwyższaniem temperatury procesu, od około 11 % w surowych owocach do ponad 40 % po 5 h odwadniania w temp. 40 °C (rys. 4). Na zawartość ekstraktu w kiwi istotny wpływ miała temperatura procesu oraz czas jego trwania, co zostało potwierdzone przez analizę wariancji.

Podczas procesu odwadniania wraz z ubytkiem wody następował skurcz materiału. Wpływ odwadniania osmotycznego na zmianę grubości plastrów kiwi przedstawiono na rys. 5. Na zmiany grubości plastrów kiwi wpływały warunki prowadzenia procesu. Dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała, że na grubość materiału istotny

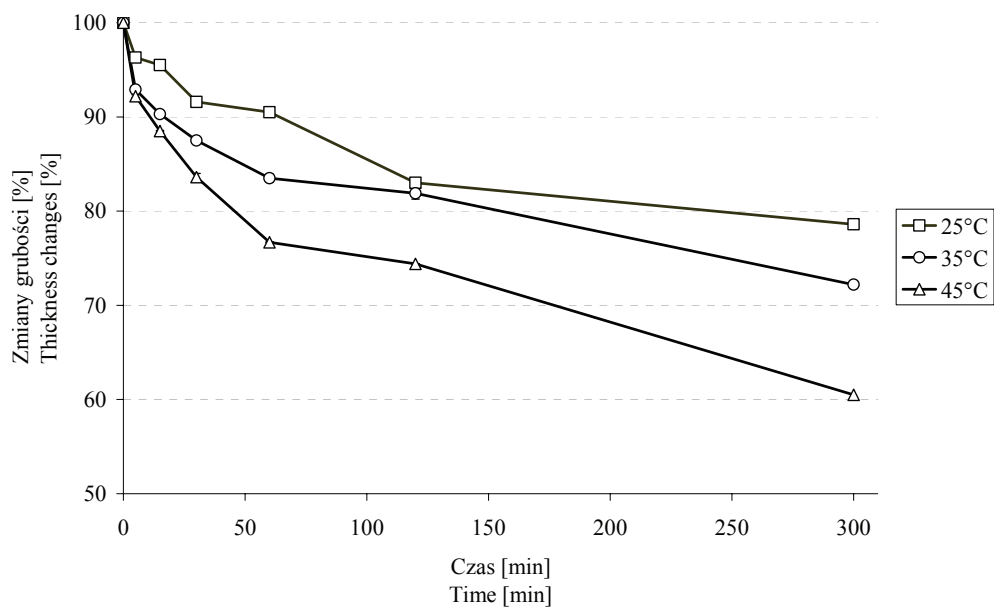
wpływ miała temperatura procesu oraz w mniejszym stopniu czas procesu. Grubość plastrów kiwi po 5 h odwadniania, w porównaniu z materiałem odwadnianym w temp. 25 °C, była większa o 6,4 % w przypadku procesu prowadzonego w temp. 35 °C i odpowiednio o 18,1 % w temp. 45 °C. Po 5 h grubość plastrów kiwi odwadnianego w temp. 25 °C zmniejszyła się o 21,4 %, w temp. 35 °C – o 27,8 %, natomiast w temp. 45 °C aż o 39,5 %.



Rys. 4. Zawartość ekstraktu w plastrach kiwi podczas odwadniania osmotycznego w roztworze sacharozu w temperaturze 25, 35 i 45°C [°Bx]

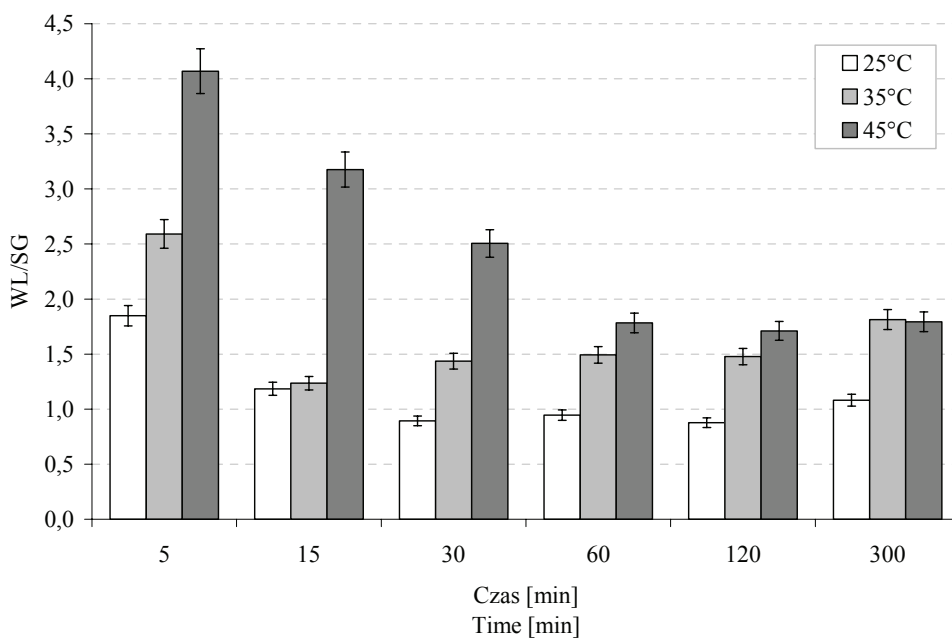
Fig. 4. Content of solids in kiwi slices during osmotic dehydration in sucrose solution at 25, 35, and 45°C [Brix degrees]

Współczynnik efektywności odwadniania osmotycznego był najwyższy podczas pierwszych minut procesu (rys. 6). Współczynnik ten przyjmował najwyższe wartości po 5 min procesu, a następnie maleł do 60 min procesu. Jednocześnie był on wyższy w wyższej temperaturze. Wraz z podwyższaniem temperatury maleje lepkość środowiska, wzrasta szybkość reakcji chemicznych, następują zmiany fizykochemiczne oraz intensyfikacja procesu osmozy i dyfuzji [5]. Proces przebiegający w temp. 45 °C był więc najbardziej efektywny, a współczynnik zmniejszał się do 60. min. Wydłużenie odwadniania w tej temperaturze nie różnicowało efektywności procesu. W przypadku niższych temperatur ustabilizowanie efektywności następowało w czasie około 30 min.



Rys. 5. Zmiany grubości plastrów kiwi podczas odwadniania osmotycznego w roztworze sacharozy w temperaturze 25, 35 i 45 °C.

Fig. 5. Changes in thickness of kiwi slices during osmotic dehydration in sucrose solution at 25, 35, and 45 °C.



Rys. 6. Współczynnik efektywności odwadniania osmotycznego w temperaturze 25, 35 i 45 °C.

Fig. 6. Osmotic dehydration efficiency coefficient of kiwi fruit in sucrose solution at 25, 35, and 45 °C.

Wnioski

1. Kinetyka odwadniania osmotycznego owoców kiwi w 61,5 % roztworze sacharozy była zależna od temperatury procesu i przebiegała intensywniej w wyższej temperaturze.
2. Największe ubytki masy, wody oraz przyrost masy suchej substancji i zawartości ekstraktu obserwowano w czasie pierwszej godziny odwadniania osmotycznego, niezależnie od temperatury procesu.
3. Wraz ze wzrostem temperatury i wydłużaniem procesu następowało zmniejszenie grubości plastrów odwadnianego materiału, dochodzące do 60 % grubości początkowej.
4. Współczynnik efektywności odwadniania osmotycznego przyjmował najwyższe wartości podczas procesu przebiegającego w temp. 45 °C, które stabilizowały się po 60 min procesu. W temp. 25 i 35 °C efektywność zmniejszała się przez pierwsze 30 min, po czym utrzymywała się na stałym poziomie.

Literatura


- [1] Erle U., Shubert H.: Combined osmotic and microwave-vacuum dehydration of apples and strawberries. *J. Food Eng.*, 2001, **49**, 193-199.
- [2] Escriche I., Garcia-Pinchi R., Carot J.M., Serra J.A.: Comparison of must and sucrose as osmotic solutions to obtain high quality minimally processed kiwi fruit (*Actinidia chinensis* P.) slices. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2002, **37**, 87-95.
- [3] Khin M.M., Zhou W., Perera C.O.: Impact of process conditions and coatings on the rehydration efficiency and cellular structure of apple tissue during osmotic dehydration. *J. Food Eng.*, 2007, **79**, 817-827.
- [4] Kopera M., Mitek M.: Wpływ procesu odwadniania osmotycznego na zawartość polifenoli w suszach gruszkowych (*Pyrus communis* i *Pyrus pyrifolia*). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **5 (54)**, 213-221.
- [5] Kowalska H., Jędrzak S.: Odwadnianie osmotyczne jabłek w roztworze sacharozy i kwasu askorbinowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **3 (52)**, 119-126.
- [6] Kowalska H., Lenart A.: Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables. *J. Food Eng.*, 2001, **49**, 137-140.
- [7] Lenart A., Lewicki P.P.: Owoce i warzywa utrwalone sposobem osmotyczno-owiewowym. *Przem. Spoż.*, 1996, **8**, 70-72.
- [8] Lenart A.: Mathematical modeling of osmotic dehydration of apple and carrot. *Acta Alimentaria*, 1992, **1/42**, **1**, 33-44.
- [9] Lenart A.: Osmotyczne odwadnianie jako obróbka wstępna przed suszeniem konwekcyjnym owoców i warzyw. *Przem. Spoż.*, 1990, **44 (12)**, 307-309.
- [10] Leric C.R., Pinnavaia C.R., Rosa M.D., Bartolucci L.: Osmotic dehydration of fruits: influence of osmotic agents on during behavior and product quality. *J. Food Sci.*, 1995, **50**, 1217-1219.
- [11] O'Connor-Show R.E., Roberts R., Ford A.L., Nottingham S.M.: Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. *J. Food Sci.*, 1994, **59 (6)**, 1202-1215.
- [12] Ohlsson T.: Minimal processing-preservation methods of the future: an overview. *Trends Food Sci. Technol.* 1994, **5 (11)**, 341-348.

- [13] Rastogi N.K., Raghavarao K.S.M.S., Niranjan K.: Mass transfer during osmotic dehydration of banana: Fickian diffusion in cylindrical configuration. *J. Food Eng.*, 1997, **31** (4), 423-432.
- [14] Talens P., Escriche N., Martinez-Navarrete N., Chiralt A.: Influence of osmotic dehydration and freezing on the volatile profile of kiwi fruit. *Food Res. Int.*, 2003, **36**, 635-642.
- [15] Tavarini S., Degl'Innocenti E., Remorini D., Massai R., Guidi Lucia.: Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food Chem.*, 2008, **107**, 282-288.
- [16] Vial C., Guilbert S., Cuq J.L.: Osmotic dehydration of kiwi fruits: influence of process variables on the color and ascorbic acid content. *Sciences des Aliments*, 1991, **11**, 63-84.

MASS EXCHANGE IN OSMOTIC DEHYDRATION PROCESS OF KIWI FRUITS

S u m m a r y

Removing water from fruit tissue using a drying method causes their nutritional value and sensory properties to change. On the other hand, more and more people are continuously interested in products showing a low processing degree. Therefore, technologies are searched to produce functional products of high nutritional value and, at the same time, consumer-friendly and ready-to-eat. Osmotic dehydration is a very gentle method of partially removing water from a plant tissue. The objective of this study was to analyze kinetics of osmotic dehydration of green kiwi fruit. The impact was examined of the dehydration temperature on changes in: mass loss, water content, water loss, dry matter increase, and solids gain. The osmotic dehydration was performed in a 61.5% sucrose solution, during periods ranging from 0 to 300 minutes, at three temperatures: 25, 35, and 45 °C. A ratio: kiwi mass to osmotic solution mass was 1:5. The research performed showed that the osmotic dehydration was the most dynamic process during the first hour, i.e. during this time, the highest mass and water loss were reported, as were the highest increases in dry matter and solids gain, regardless of the process temperature. During the osmotic dehydration process, a material shrinkage was found to occur along with the water loss. The process parameters impacted the changes in the thickness of kiwi slices. Along with the increase in the temperature and with the extension of the process time, the thickness of kiwi slices decreased. Furthermore, the effectiveness coefficient of osmotic dehydration was determined; it was the highest for the dehydration process running at the highest temperature. The efficiency of the process became constant after 60 minutes, when the process was carried out at a temperature of 45 °C, and after ca. 30 minutes at a temperature of 25 and 35 °C.

Key words: green kiwi, dehydration effectiveness, content of solids, slices thickness 

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA 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 dzień 31 grudnia 2009 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 8 października 2009 r. w sprawie wykazu artykułów rolno-spożywczych przywożonych z zagranicy oraz ich minimalnych ilości podlegających kontroli jakości handlowej (Dz. U. 2009 r. Nr.176, poz. 1368).
Rozporządzenie zawiera wykaz 176 artykułów rolno-spożywczych przywożonych z zagranicy, które mogą być dopuszczone do obrotu w rozumieniu przepisów prawa celnego, oraz ich minimalne ilości podlegające kontroli jakości handlowej.
2. Ustawa z dnia 18 kwietnia 1985 r. o rybactwie śródlądowym (Dz. U. 2009 r. Nr.189, poz. 1471).
Ogłoszono jednolity tekst ustawy z dnia 18 kwietnia 1985 r. o rybactwie śródlądowym.
3. Ustawa z dnia 10 września 2009 r. o zmianie ustawy o ogłaszaniu aktów normatywnych i niektórych innych aktów prawnych (Dz. U. 2009 r. Nr.190, poz. 1473).
Od 1 stycznia 2010 r. Dziennik Ustaw i Monitor Polski lub zawarte w nich akty normatywne i inne akty prawne, w tym orzeczenia, są udostępniane nieodpłatnie do wglądu i do pobrania w formie dokumentu elektronicznego na stronach internetowych Rządowego Centrum Legislacji.
4. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 4 listopada 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego sposobu wyrobu fermento-

wanych napojów winiarskich oraz metod analiz tych napojów do celów urzędowej kontroli pod względem jakości handlowej (Dz. U. 2009 r. Nr.199, poz. 1535).

Wprowadzona zmiana dotyczy oznaczania zawartości cukrów redukujących oraz cukrów redukujących po inwersji w miodach pitnych metoda Lane-Eynona.

5. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 listopada 2009 r. w sprawie prowadzenia przez urzędowego lekarza weterynarii dziennika badania przedubojowego zwierząt i dziennika badania poubojowego mięsa (Dz. U. 2009 r. Nr.210, poz. 1621).

W ramach urzędowej kontroli produktów pochodzenia zwierzęcego urzędowy lekarz weterynarii przeprowadzający w rzeźni badanie przedubojowej prowadzi dokumentację związaną z tym badaniem w formie dziennika badania przedubojowego zwierząt. Dziennik powinien być prowadzone w formie papierowej.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 953/2009 z dnia 3 października 2009 r. w sprawie substancji, które mogą być dodawane w szczególnych celach odżywczych do środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego (Dz. Urz. UE L 2009 r. Nr 269, s. 9).

Do środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego można dodawać różne substancje odżywcze, takie jak witaminy, składniki mineralne, aminokwasy i inne, w celu zapewnienia zaspokojenia specjalnych potrzeb żywieniowych osób, dla których takie środki spożywcze są przeznaczone, lub w celu spełnienia wymogów prawnych ustanowionych w dyrektywach szczegółowych przyjętych na podstawie dyrektywy 2009/39/WE.

Załącznik do rozporządzenia zawiera wykaz w/w. substancji. ☒

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR

WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOŚCI

Prezentujemy 40. część haseł *Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności*. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w *Żywności* nr 3 (28), 2001.

AGROINFEKCJA / AGROINFECTION – metoda genetycznej transformacji roślin oparta na naturalnej zdolności *Agrobacterium* do zakażenia i wywoływania transformacji nowotworowej niektórych roślin uprawnych i dziko rosnących

AMPLIFIKACJA / AMPLIFICATION – zwiększenie siły sygnału; w kontekście biotechnologicznym – proces prowadzący do powstania wielu kopii określonego odcinka DNA

BLOK GENETYCZNY / GENETIC BLOCK – redukcja aktywności szczególnego enzymu w szlaku metabolicznym, jako wynik mutacji genu. Blok genetyczny jest określany jako kompletny, gdy aktywność szczególnego enzymu jest nieobecna, lub gdy utworzony enzym jest wadliwy z ograniczoną aktywnością

CHOLINOLITYKI / CHOLINOLYTIC – leki antycholinergiczne – wpływają na mięśnie gładkie przewodu pokarmowego. Zmniejszają napięcie i kurczliwość mięśni jelita cienkiego i okrężnicy, co spowalnia perystaltykę jelit, opóźnia opróżnianie żołądka i wywołuje zaparcia

CIERPKOŚĆ / ASTRINGENT – jest uczuciem suchości w jamie ustnej, która jest najbardziej związana ze związkami fenolowymi. Uważa się, że cierpkość jest wynikiem wiązania się polifenoli z bogatymi w prolinę białkami śliny, prowadząc do ich wytrącania. Czerwone wino i herbata są najmocniej związane z cierpkością

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

EKSPLANTANT / EXPLANTANT – odcięty fragment tkanki lub organu, rzadziej pojedyncza komórka, przeznaczony do hodowli *in vitro* i ewentualnej transformacji

HYDROLIZA DEGRADACYJNA / DEGRADATIVE HYDROLYSIS – reakcja z wodą substancji wielkocząsteczkowych prowadząca do rozpadu dużych cząsteczek i wytworzenia zbioru małych cząsteczek

MER / MER – powtarzająca się grupa atomów w olbrzymiej cząsteczce polimerów

REAKTYWNOŚĆ KRZYŻOWA / CROSS-REACTIVITY – zjawisko reakcji krzyżowej alergenów pojawia się, gdy przeciwciała IgE wytworzone pierwotnie w kierunku jednego alergenu wiążą się lub rozpoznają podobne białko pochodzące z innego źródła. Alergeny zawierające epitopy reagujące krzyżowo z IgE stwierdzone zostały m.in. w pyłku roślin, owocach, warzywach, orzechach i nasionach. Interakcja z homologicznym białkiem może spowodować reakcję alergiczną lub też może być całkowicie bez znaczenia dla pacjenta

SMOG / SMOG – zespół niekorzystnych reakcji zachodzących w zanieczyszczonym powietrzu. Wyróżnia się ich dwa rodzaje: smog kwaśny i smog fotochemiczny



NOWE KSIĄŻKI

Sensoryczne badania żywności. Podstawy – metody – zastosowania

N. Baryłko-Pikielna, I. Matuszewska

Wydawnictwo: Wyd. Naukowe PTTŻ, Kraków 2009, ISBN 978-83-924646-9-3, stron 375, cena 59 zł

Zamówienia: e-mail: wnptz@wp.pl; fax: 012 293 50 54; tel.: 012 662 51 61

W książce przedstawiono aktualny stan wiedzy w zakresie podstaw badań sensorycznych żywności, warunków prawidłowego ich przeprowadzania oraz stosowanej metodyki i interpretacji uzyskanych wyników. Do opracowania monografii autorki wykorzystano obszerną literaturę przedmiotu oraz wiedzę nabytą w ciągu wieloletniej pracy naukowej. Analityczne podejście do przedstawianych problemów, twórcza ich interpretacja i równoczesne ilustrowanie metod analizy sensorycznej licznymi przykładami zastosowań nadaje dziełu wymiar aplikacyjny.

Publikacja może stanowić cenny materiał źródłowy dla naukowców, posłużyć jako pomoc dydaktyczna dla nauczycieli i studentów kształcących się na kierunkach związanych z naukami o żywności i żywieniu człowieka, umożliwi technologom dobór metod oceny sensorycznej zwłaszcza w projektowaniu nowych produktów żywnościowych, a także ułatwi podnoszenie kwalifikacji zawodowych pracownikom laboratoriów i zakładów przemysłu spożywczego.

Irradiation of Food Commodities

[Napromienianie produktów żywnościowych]

Arvanitoyannis I., University of Thessaly, Volos, Greece

Wydawnictwo: Elsevier Science, 2010, ISBN 978-0-12-374718-1, stron 296, cena 100,00 € Zamówienia: www.foodscience.elsevier.com

Utrwalanie żywności metodą radiacyjną ma na celu inaktywację mikroorganizmów patogennych powodujących psucie się produktów, zwalczanie szkodników i pasożytów, hamowanie kiełkowania, opóźnienie procesów fizjologicznych, przedłużenie okresu przechowywania oraz polepszenie właściwości technologicznych surowców żywnościowych. Obróbka radiacyjna, samodzielnie lub w połączeniu z innymi meto-

dami, stanowi bardzo dobre rozwiązanie oraz oferuje wiele korzyści, które przekraczają możliwości jakichkolwiek konwencjonalnych metod utrwalania.

Książka jest kompendium wiedzy na temat zastosowania metod radiacyjnych w technologii żywności. Obejmuje zagadnienia uwarunkowań prawnych, techniki, zastosowania w różnych branżach przemysłu spożywczego, ryzyka związanego z jej stosowaniem oraz opinii konsumenckich dotyczących omawianej problematyki.

Introduction to Food Toxicology

[Wprowadzenie do toksykologii żywności]

Shibamoto T., University of California, Wavis, USA

Bieldanes W., University of California, Berkeley, USA

Wydawnictwo: Elsevier Science, 2009, ISBN 978-0-19-923487-5, stron 320, cena 56,95 € Zamówienia: www.foodscience.elsevier.com

Zagadnienia toksykologii żywności wzbudzają zainteresowanie uczestników rynku żywności oraz świata nauki. W omawianej książce autorzy charakteryzują związki toksyczne występujące w żywności w sposób naturalny lub wprowadzone do niej w wyniku zabiegów technologicznych oraz te, które są skutkiem procesów produkcyjnych. W książce poruszono następujące zagadnienia: zasady toksykologii, oznaczanie substancji toksycznych w żywności, biotransformacja, naturalne toksyny pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, mikotoksyny, toksyczne zanieczyszczenia żywności pochodzące z odpadów przemysłowych oraz substancje o charakterze toksycznym powstające w wyniku przetwórstwa żywności.

Towaroznawstwo żywności

Pachołek B., Żmudziński W., Podsiadłowska J.

Wydawnictwo: Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, ISBN: 978-83-7417-436-7; stron 146, cena 32,00 zł, Poznań 2009

Książka składa się z dwunastu rozdziałów, w których opisano elementy oceny porównawczej wybranych środków spożywczych – ziarna zbożowego, tłuszczów jadalnych, przetworów owocowo-warzywnych, cukru i wyrobów cukierniczych, napojów alkoholowych, mleka i mlecznych napojów fermentowanych, przetworów mięsnych i rybnych. Na początku każdego rozdziału znajduje się wprowadzenie, w którym podano krótką charakterystykę produktu, a następnie omówiono wymagania jakościowe. Część praktyczna obejmuje natomiast metodykę badania, zgodną z wymaganiami norm, wybranych cech sensorycznych i fizykochemicznych.

Opracował: *Stanisław Popek*

XIV SESJA SEKCJI MŁODEJ KADRY NAUKOWEJ PTTŻ „JAKOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOSCI – WYZWANIE XXI WIEKU”

W dniach 21-22 maja 2009 r. w Akademii Morskiej w Gdyni odbyła się XIV Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ nt. „Jakość i bezpieczeństwo żywności – wyzwanie XXI wieku”. Była ona kontynuacją corocznych ogólnopolskich spotkań, których celem było umożliwienie prezentacji dorobku naukowego młodych pracowników nauki oraz wymiana doświadczeń i poglądów w gronie młodej i doświadczonej kadry naukowej.

Organizatorami tegorocznej sesji byli: Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa Akademii Morskiej w Gdyni, Zarząd Główny oraz Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ. Natomiast sponsorami Sesji byli: LONZA NATA Sp z.o.o oraz Spółdzielnia Mleczarska POLMLEK-MAĆKOWY.

W spotkaniu swoje prace przedstawiło 92 młodych adeptów nauki, którzy reprezentowali: SGGW w Warszawie, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Politechnikę Gdańską, Akademię Morską w Gdyni oraz Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie.

W sesji uczestniczyli także przedstawiciele władz Akademii Morskiej w osobach: prof. Piotra Jędrzejowicza – Prorektora ds. Nauki, prof. AM Leszka Morawskiego – Prorektora ds. Kształcenia, prof. AM Stanisława Górskiego - Prorektora ds. Morskich, prof. AM Adama Weintrita – Dziekana Wydz. Nawigacyjnego AM i Prodziekanów Wydziału Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa.

Sesję uświetniła obecność: prof. Antoniego Rutkowskiego, prof. Danuty Kołozyn-Krajewskiej, prof. Małgorzaty Nogali-Kałuckiej, prof. Tadeusza Sikory i prof. Henryka Kostyry.

Uroczystego przywitania uczestników oraz otwarcia sesji dokonał Dziekan Wydziału Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa AM w Gdyni – prof. Piotr Przybyłowski. Młodych przedstawicieli nauki powitali również: Prezes ZG PTTŻ – prof. Danuta Kołożyn-Krajewska oraz Redaktor Naczelny czasopisma ŻYWNOSĆ – prof. Tadeusz Sikora, który dodatkowo przedstawił zasady publikowania prac prezentowanych podczas Sesji w czasopiśmie ŻYWNOSĆ.

Wykłady plenarne wygłosili:

- „Bezpieczeństwo zdrowotne żywności” – prof. Danuta Kołożyn-Krajewska, SGGW;
- „Naturalne substancje antyodżywcze” – prof. Maria Śmiechowska, Akademia Morska;
- „Identyfikowalność jako element systemu zapewnienia bezpieczeństwa żywności” – prof. Piotr Bykowski, mgr Olga Szulecka – Akademia Morska i Morski Instytut Rybacki w Gdyni.

Prezentowane przez młodych pracowników prace naukowe (26 komunikatów oraz 66 posterów) dotyczyły: jakości zdrowotnej i bezpieczeństwa żywności, wpływu procesów technologicznych na jakość żywności, mikrobiologicznych aspektów jakości żywności oraz zastosowania nowoczesnych metod analitycznych do oceny jakości żywności.

Nad merytoryczną wartością sesji czuwał Komitet Doradczy, w skład którego wchodziły autorytety naukowe z różnych ośrodków akademickich i naukowych Polski. Spośród wygłoszonych komunikatów oraz zaprezentowanych posterów wybrano te, które zdaniem uczestników sesji, jak i Komitetu Doradczego, zasługiwały na wyróżnienie. Za najlepszy komunikat uznano doniesienie pt. „Możliwości wykorzystania surowców odpadowych w procesie fermentacji propionowej” autorstwa Alicji Kośmider oraz Agnieszki Drożdżyńskiej z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Natomiast za najlepszy poster uznano wyniki prac prezentowane przez Dariusza Kowalczyka oraz Waldemara Gustawa z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Tematem posteru był „Wpływ powłok hydrokoloidowych na zmianę jakości frytek ziemniaczanych”.

W trakcie Sesji odbyło się również spotkanie, którego celem było przedstawienie propozycji kierunku dalszego rozwoju Sekcji Młodych. Wskazano na potrzebę zorganizowania dodatkowych spotkań, aby zacieśnić współpracę młodych adeptów nauki. Zaproponowano także przygotowanie forum internetowego, które mogłoby służyć wymianie myśli i doświadczeń wśród młodej kadry, nie tylko członków PTTŻ.

Pierwszy dzień sesji zakończyło spotkanie towarzyskie w studenckim klubie „Bukszpryt”.

Podsumowania XIV Sesji Naukowej SMKN PTTŻ dokonali: prof. Danuta Kołożyn-Krajewska oraz prof. Antoni Rutkowski. Głos zabrała również dr Joanna Kawa-

Rygielska z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – jako przedstawiciel Komitetu Organizacyjnego kolejnej XV Jubileuszowej Sesji SMKN PTTŻ, zapraszając wszystkich do udziału w niej.

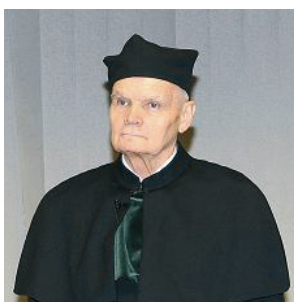
Podobnie, jak otwarcia, tak i zamknięcia XIV Sesji Naukowej SMKN PTTŻ dokonał Dziekan Wydziału Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa AM w Gdyni – prof. Piotr Przybyłowski, który podsumowując sesję podziękował Komitetowi Organizacyjnemu za trud przygotowania sesji, członkom Komitetu Doradczego za merytoryczny nadzór na przebiegiem obrad oraz wszystkim uczestnikom za udział w sesji i zaprezentowanie wyników swoich badań.

Pragniemy bardzo serdecznie podziękować Władzom Uczelni – J.M. Rektorowi prof. Romualdowi Cwilewiczowi, Władzom Wydziału – prof. Piotrowi Przybyłowskiemu, sponsorom – LONZA NATA i Spółdzielni Mleczarskiej POLMLEK-MACÍKOWY oraz wszystkim zaangażowanym osobom za pomoc w realizację tego przedsięwzięcia.

Kolejna, XV Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ odbędzie się w 2010 roku we Wrocławiu.

Komitet Organizacyjny XIV Sesji Naukowej SMKN PTTŻ

**PROF. DR HAB. WACŁAW LESZCZYŃSKI
DOKTOREM HONORIS CAUSA
UNIwersYTETU RolNICZEGO W KRAKOWIE**



Dnia 23 października 2009 roku, w Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie odbyły się obchody Jubileuszu 35-lecia Oddziału i Wydziału Technologii Żywności. W trakcie uroczystości uhonorowano prof. dra hab. Wacława Leszczyńskiego z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu tytułem doktora honoris causa. Tę najwyższą godność akademicką nadał Profesorowi, na wniosek Rady Wydziału Technologii Żywności, Senat Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie w dniu 29 maja 2009 roku.

Sylwetkę i osiągnięcia Jubilata, który w tym roku obchodzi 50-lecie swojej pracy naukowo-badawczej, przedstawiła podczas uroczystości Profesor Teresa Fortuna, Dziekan Wydziału Technologii Żywności.

Wacław Leszczyński urodził się 11 kwietnia 1936 roku w Warszawie. Studia wyższe ukończył na Wydziale Rolniczym Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu, uzyskując w 1957 roku tytuł inżyniera rolnictwa w zakresie agronomii. Korzystając ze stypendium naukowego im. Benedykta Dybrowskiego, wykonał pracę magisterską z zakresu browarnictwa pod kierunkiem prof. dr. hab. Aleksandra Tychowskiego i w 1959 roku otrzymał stopień magistra inżyniera rolnictwa w zakresie technologii rolnej. W 1969 roku Rada Wydziału Rolniczego WSR we Wrocławiu nadała Mu stopień doktora nauk rolniczych. W 1977 roku, na podstawie rozprawy habilitacyjnej pt. „Wpływ różnych czynników działających w uprawie ziemniaka na niektóre właściwości fizyczne i skład chemiczny otrzymanej skrobi” oraz o ocenę dorobku naukowo-badawczego, dydaktyczno-wychowawczego i organizacyjnego, uzyskał stopień doktora habilitowanego nauk rolniczych w zakresie technologii rolnej. Tytuł naukowy profesora otrzymał w 1987 roku, a w 1996 roku został powołany na stanowisko profesora zwyczajnego.

Bezpośrednio po ukończeniu studiów w 1959 roku prof. Waław Leszczyński rozpoczął pracę zawodową jako nauczyciel akademicki w Wyższej Szkole Rolniczej we Wrocławiu. Pracę kontynuował na kolejnych stanowiskach w tej samej Uczelni, noszącej później nazwę Akademii Rolniczej, a obecnie – Uniwersytetu Przyrodniczego. Od 1982 roku kierował Zakładem Technologii Węglowodanów, a następnie od 1991 do 2006 roku – Katedrą Technologii Rolnej i Przechowalnictwa AR we Wrocławiu.

Profesor Leszczyński pełnił funkcję prodziekana Wydziału Technologii Żywności Akademii Rolniczej we Wrocławiu, a przez 4 kadencje piastował godność Dziekana tego Wydziału. W 1990 roku został wybrany prorektorem ds. dydaktyki Wrocławskiej Akademii Rolniczej na kadencję 1990–1993. Po przejściu na emeryturę nadal utrzymuje aktywność zawodową.

Profesor Waław Leszczyński jest wybitnym uczonym o znacznych osiągnięciach naukowo-badawczych w zakresie technologii przemysłu ziemniaczanego i skrobiowego. Jego zainteresowania badawcze obejmują m.in. następujące zagadnienia:

- wpływ środowiska i czynników agrotechnicznych w okresie wegetacji ziemniaka oraz warunków przechowywania bulw na ich skład chemiczny i przydatność do przetwórstwa,
- funkcjonalne właściwości skrobi uzyskiwanej z bulw ziemniaka uprawianego, przechowywanego oraz przetwarzanego w różnych warunkach,
- metodykę oceny jakości bulw ziemniaka i właściwości otrzymanej z nich skrobi,
- fizyczne i chemiczne sposoby modyfikacji skrobi oraz możliwości zastosowania otrzymanych produktów do celów spożywczych i nieżywnościowych.

Prowadzone przez Profesora badania dostarczyły oryginalnych danych o zmianach jakości bulw ziemniaka i wyodrębnionej z nich skrobi, zachodzących pod wpływem różnych czynników agrotechnicznych, zwłaszcza środków chemicznych stosowanych w uprawie roślin. Wyniki tych badań stworzyły podstawę do opracowania rozwiązań praktycznych i wdrożenia ich w rolnictwie i przemyśle ziemniaczanym.

Rozległe badania, dotyczące fizycznych i chemicznych sposobów modyfikacji skrobi, m.in. działania wysoką temperaturą na ten polisacharyd, traktowania go różnymi alkoholami, wysycania kwasu amylofosforowego kationami oraz estryfikacji skrobi kwasami tłuszczowymi, doprowadziły Autora do uzyskania preparatów skrobiowych stanowiących komponent tworzyw biodegradowalnych, a także będących skrobią oporną ważną w dietetyce. Ta dziedzina badań ma duże znaczenie naukowe i aplikacyjne.

O wysokiej wartości badawczego dorobku prof. Leszczyńskiego świadczy fakt, że liczne kierowane przez Niego prace wykonywane w ramach problemów centralnie sterowanych i problemów węzłowych były wysoko oceniane przez koordynatorów.

Dorobek naukowy prof. Leszczyńskiego liczy 331 pozycji w tym 80 oryginalnych prac twórczych, 13 książek i skryptów, 2 patenty, 4 zgłoszenia patentowe, 43 prace monograficzne i przeglądowe, 78 komunikatów naukowych oraz 41 innych publikacji. Profesor opracował 286 recenzji, w tym 60 na tytuły i stopnie naukowe, ponadto ocenił liczne projekty badawcze w ramach prac sekcji Komitetu Badań Naukowych i uczestniczył w redagowaniu materiałów wielu konferencji naukowych.

Prof. Waćław Leszczyński aktywnie uczestniczył w licznych międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych, wygłaszając referaty plenarne i przedstawiając komunikaty; niejednokrotnie przewodniczył obradom sesji i sekcji, wchodził również w skład komitetów organizacyjnych i rad programowych. Odbił staż naukowy w Czechosłowacji i trzykrotnie misje naukowe do Niemiec i na Litwę.

W okresie wieloletniej pracy naukowo-badawczej prof. Leszczyńskiemu udało się stworzyć zespół naukowy znany jako Wrocławska Szkoła Skrobiowa i wyposażyc go w nowoczesną aparaturę badawczo-pomiarową, dzięki czemu ośrodek ten jest liczącą się w Polsce placówką naukową z zakresu badań skrobi.

W ciągu 50 lat pracy w charakterze nauczyciela akademickiego prof. Waćław Leszczyński prowadził i nadal prowadzi wiele zajęć dydaktycznych. Szczególnym osiągnięciem Profesora było doskonalenie programów studiów w zakresie technologii żywności i żywienia człowieka na Wydziale Technologii Żywności AR we Wrocławiu, jak również utworzenie specjalności biotechnologia żywności, a następnie powołanie na tym Wydziale nowego kierunku kształcenia – biotechnologii. Profesor dokonał wielu zmian organizacyjnych i programowych, które zawsze miały jeden cel: lepiej kształcić studentów, rozwijać nowatorskie programy naukowe i tworzyć warunki do rozwoju kadr, dbając o zachowanie etyki w nauce oraz dobrych obyczajów akademickich.

Profesor Leszczyński legitymuje się również poważnymi osiągnięciami w kształceniu kadry naukowej. Pod Jego kierunkiem 9 osób obroniło prace doktorskie, a w kierowanym przez Niego zespole naukowym 18 współpracowników i 3 osoby spoza Uczelni uzyskały stopień doktora, 5 współpracowników uzyskało stopień doktora habilitowanego, a 4 nadano tytuł profesora.

Prof. dr hab. Waćław Leszczyński był członkiem Zespołu Naukowo-Dydaktycznego przy Ministrze Edukacji Narodowej, członkiem Rady Międzyuczelnianego Ośrodka Metodycznego Akademii Rolniczych i czterokrotnie ekspertem Państwowej Komisji Akredytacyjnej powołanym do oceny poziomu realizacji procesu kształcenia na kierunku technologia żywności i żywienie człowieka.

Szerokim uznaniem cieszy się działalność prof. Waćława Leszczyńskiego na rzecz środowiska akademickiego. Od ponad 20 lat był wybieranym członkiem Komitetu Technologii i Chemii Żywności Polskiej Akademii Nauk, a po zmianie nazwy tego organu – od 2007 roku jest członkiem honorowym Komitetu Nauk o Żywności PAN.

Był wiceprzewodniczącym Sekcji Węglowodanów i przewodniczącym Zespołu Chemii i Technologii Skrobi tego Komitetu. W ramach wspomnianego Zespołu zainicjował letnie szkoły skrobiowe i zorganizował I Letnią Szkołę Skrobiową PAN (1989), był także współorganizatorem kilku następnych. Z ramienia Komitetu przewodniczył Zespołowi ds. oceny stanu i poziomu dyscypliny naukowej technologia żywności wraz z biotechnologią i fizyką żywności oraz Komisji powołanej w celu ustalenia priorytetów w nauce o żywności.

Ogromna wiedza i doświadczenie Profesora sprawiły, że został powołany na recenzenta programów i projektów badawczych w konkursach Komitetu Badań Naukowych i przez 3 lata był członkiem, a następnie przewodniczącym Sekcji P06 – technologii żywności i żywienia. Przez 7 lat był członkiem i wiceprzewodniczącym Rady Naukowej Centralnego Laboratorium Przemysłu Ziemniaczanego w Poznaniu. Należał do członków założycieli Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, a obecnie jest jego członkiem honorowym. Zorganizował Sekcję Technologii Węglowodanów PTTŻ, której przewodniczy od 1999 roku. W jej ramach zainicjował i współorganizuje – jako przewodniczący Rady Programowej – cykliczne konferencje naukowe z zakresu problematyki ziemniaka (w cyklu „od pola do stołu”), obejmujące zagadnienia hodowli, uprawy, ochrony, przechowywania, ekonomiki i przetwarzania ziemniaka oraz technologii skrobi, jak również seminaria naukowe z zakresu cukiernictwa.

W zakresie upowszechniania nauki i zastosowania prac badawczych w gospodarce należy podkreślić udział prof. Leszczyńskiego w radach programowych takich krajowych czasopism, jak: *Ziemniak Polski*, *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, *Cukiernictwo* oraz *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, jak również członkostwo we Wrocławskim Towarzystwie Naukowym i w Komisji Nauk Rolniczych Oddziału Wrocławskiego PAN.

Związki prof. Waclawa Leszczyńskiego z Uniwersytetem Rolniczym w Krakowie, a szczególnie z Oddziałem i Wydziałem Technologii Żywności oraz Katedrą Technologii Węglowodanów, mają ponad 35-letnią historię. Krakowska i Wroclawska Szkoła Skrobiowa mają swe korzenie na Politechnice Lwowskiej i w Dublinach. Fakt ten sprawia, że oba te ośrodki już od początku istnienia utrzymują ścisłą współpracę. Profesor Leszczyński ma szczególne zasługi dla naszego Wydziału, zwłaszcza w zakresie rozwoju kadry naukowej, która wchodzi w skład tzw. Krakowskiej Szkoły Skrobiowej. Recenzował wiele prac doktorskich i habilitacyjnych oraz opiniował liczne wnioski na stopnie i tytuły naukowe. Zawsze chętnie służył konsultacjami i udostępniał unikatową aparaturę do prac badawczych wykonywanych na naszym Wydziale. Recenzował wiele publikacji naukowych, podręczników i skryptów, opracował recenzję planów inwestycji nowego budynku Wydziału. Pracownicy z naszego Wydziału uczestniczyli w szkołach skrobiowych, konferencjach naukowych i seminariach organizowanych przez prof. Leszczyńskiego i Jego współpracowników.

Prof. dr hab. Waćlaw Leszczyński nadal współpracuje z Wydziałem Technologii Żywności UR w Krakowie, nigdy nie odmówił pomocy, jest stale gotów do dzielenia się z nami swoją wiedzą i doświadczeniem.

Za wybitne osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne prof. Waćlaw Leszczyński został wyróżniony licznymi odznaczeniami państwowymi i resortowymi, w tym m.in. Krzyżem Oficerskim i Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Złotym i Srebrnym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, Medalem im. Michała Oczapowskiego i Medalem za zasługi dla Akademii Rolniczej we Wrocławiu oraz nagrodami: Ministra Szkolnictwa Wyższego i Techniki, Ministra Edukacji Narodowej i Rektora Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Doceniając wszechstronną aktywność Profesora, macierzysty Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu nadał Mu w 2007 roku tytuł doktora honoris causa.

W imieniu całej społeczności akademickiej Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie składam Panu Profesorowi wyrazy szczególnego uznania i podziękowania za dotychczasową współpracę.

Prof. dr hab. Teresa Fortuna

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

PROF. DR HAB. PAWEŁ M. PISULEWSKI 1945 - 2009



Prof. dr hab. Paweł M. Pisulewski zmarł 30 października 2009 r. w Krakowie. Uroczystości pogrzebowe, z udziałem rodziny, licznych przyjaciół, współpracowników i przedstawicieli Władz Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, odbyły się 9 listopada 2009 r. na Cmentarzu Rakowickim.

Paweł Michał Pisulewski urodził się 25 stycznia 1945 r. w Krakowie. Studia na Wydziale Rolniczym Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie ukończył w 1968 r. Stopień doktora nauk rolniczych w zakresie żywienia zwierząt uzyskał na Wydziale Zootechnicznym AR w Krakowie w roku 1974. Stopień doktora habilitowanego nauk rolniczych w zakresie żywienia zwierząt uzyskał w Instytucie Zootechniki w Krakowie w 1982 r., na podstawie rozprawy p.t. „Stopień pokrycia potrzeb aminokwasowych owiec w warunkach żywienia mocznikiem”. W 1994 r. otrzymał tytuł naukowy profesora nauk rolniczych.

Przebywał kilkakrotnie na zagranicznych stażach naukowych m.in. w: University of Nottingham, Wielka Brytania (1977 - 1979, 1983 - 1984) i Institut National de la Recherche Agronomique, Centre de Rennes, Francja (1991 - 1993, 1994).

W 1971 roku został zatrudniony w Instytucie Zootechniki w Krakowie, pełniąc w latach 1980 – 1988 funkcję kierownika Pracowni Biochemii Stosowanej w Zakładzie Żywienia Zwierząt. Przez rok pracował w SGGW-AR w Warszawie, a następnie powrócił na stanowisko docenta w Zakładzie Żywienia Zwierząt IZ.

W 1995 r. podjął pracę w Katedrze Żywienia Człowieka Wydziału Technologii Żywności AR w Krakowie. Stanowisko kierownika tej Katedry objął w 1997 r. i sprawował go do ostatnich swoich dni. W latach 1999-2002 był Prodziekanem, a w latach 2005 - 2008 Dziekanem Wydziału Technologii Żywności. Pełnił w Uczelni liczne funkcje m.in. Pełnomocnika Rektora ds. Integracji Europejskiej (1997 – 2000) oraz Członka Rady Programowej Studium Doktoranckiego (2002 – 2008).

Był członkiem wielu prestiżowych organizacji naukowych m.in.: Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych PAN (Oddział w Krakowie), Komisji Nauk Rolniczych PAU w Krakowie, Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności (Oddział Małopolski), Polskiego Towarzystwa Badań nad Miazdżycą, a także Association Europeenne de Recherche sur les Proteagineux-AEP (Francja), International Union of Nutrition Society (Wielka Brytania), Rady Naukowej Instytutu Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN w Jabłonnej, jak również Recenzentem Państwowej Komisji Akredytacyjnej przy MENiS (2002 - 2006) oraz Konsultantem FAO UN ds. światowych zasobów pasz lignocelulozowych i ich wykorzystania.

Podczas wieloletniej działalności naukowo-dydaktycznej na Wydziale Technologii Żywności zajmował się zagadnieniami żywienia człowieka oraz nauki o żywności. Problematyka badawcza dotyczyła głównie wpływu warunków produkcyjnych lub procesów przetwórczych na skład chemiczny, wartość odżywczą i właściwości funkcjonalne produktów spożywczych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego.

Opublikował ponad 200 prac naukowych w renomowanych czasopismach, zarówno krajowych, jak i zagranicznych.

Za osiągnięcia naukowe został wyróżniony licznymi nagrodami, odznaczeniami i medalami m.in. Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Medalem Komisji Edukacji Narodowej oraz Medalem im. Profesora Franciszka Nowotnego za Zasługi dla Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Niezwykłe cechy osobowe Profesora Pawła M. Pisulewskiego – dar zjednywania ludzi, serdeczność, życzliwość, wewnętrzny spokój, takt oraz poczucie humoru sprawiły, że Katedra Żywienia Człowieka stała się harmonijnie i sprawnie działającym zespołem, a praca nie tylko obowiązkiem ale i przyjemnością. Był jednocześnie przełożonym i przyjacielem, mającym zawsze szacunek dla innych.

Odszedł od nas wyjątkowy, wspaniały i szanowany Człowiek, Nauczyciel i Wychowawca licznego grona studentów.

Dr hab. inż. Teresa Leszczyńska, prof. UR

TECHNOLOG ŻYWNOSCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 19 Nr 6

grudzień 2009

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Zarząd Główny

W dniu 27 października 2009 r. na posiedzeniu ZG PTTŻ rozstrzygnięty został **konkurs na najlepszą publikację w roku 2008** w ŻYWNOSCI.

W kategorii prac przeglądowych wyróżniono artykuł:

Nowak A., Libudzisz Z.: Karcynogeny w przewodzie pokarmowym człowieka. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, 4 (59), 9 - 25.

W kategorii prac oryginalnych wyróżniono artykuł:

Tomczyk J., Olejnik A., Kowalska K., Białas W., Grajek W.: Ocena aktywności cytotoksycznej ekstraktów fasolowo-kukurydzianych względem nowotworowych komórek nabłonka jelitowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, 2 (57), 60 - 73.

W dniu 9 grudnia 2009 r. odbyło się Walne Zebranie Delegatów PTTŻ, które udzieliło absolutorium ustępującemu Zarządowi. W wyniku przeprowadzonych wyborów **prezesem** Towarzystwa na kadencję 2010 – 2012 została wybrana **prof. dr hab. Danuta Kolożyn-Krajewska**. Gratulujemy.

Walne Zebranie Delegatów wybrało także nowe władze Towarzystwa:

Zarząd Główny: prof. Janusz Czapski, prof. Grażyna Jaworska, dr inż. Stanisław Kalisz, dr hab. Agnieszka Kita, prof. Lucjan Krala, prof. Krzysztof Krygier, prof. Grażyna Lewandowicz, dr hab. Katarzyna Majewska, dr inż. Dorota Nowak, prof. Tadeusz Sikora, dr inż. Joanna Stadnik, dr inż. Małgorzata Wroniak, prof. Maria Śmiechowska, dr inż. Arkadiusz Żych.

Główna Komisja Rewizyjna: prof. Henryk Kostyra, prof. Andrzej Lenart, prof. Dorota Witrowa-Rajchert, prof. Edward Pospiech, dr inż. Małgorzata Wronkowska.

Sąd Koleżeński: prof. Małgorzata Nogala-Kałucka, dr hab. Piotr Gębczyński, dr inż. Michał Olkiewicz, dr inż. Małgorzata Krzywonos, dr inż. Ewa Szukalska.

Walne Zebranie Delegatów nadało godność **Członka Honorowego Towarzystwa prof. prof.: Piotrowi Bykowskiemu, Zbigniewowi Dudzie, Barbarze Szteke i Stanisławowi Tyszkiewiczowi**. Gratulujemy!

Pani dr inż. Monika Trzaskowska została pełnomocnikiem ZG ds. strony internetowej PTTŻ.

Oddział Warszawski

W dniach 3 - 4 grudnia 2009 r. na Wydziale Nauk o Żywności SGGW odbyła się VII Konferencja Naukowa z cyklu: JAKOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOSTCI nt.: "Kształtowanie jakości żywieniowej w procesach technologicznych". W czasie konferencji wygłoszono 12 referatów plenarnych, jak również zaprezentowano wiele prac w sekcji plakatowej.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE
KONFERENCJE NAUKOWE W 2010 r.

Kwiecień

- 15 - 16 KIRY k. ZAKOPANEGO = Sympozjum Naukowe nt. „Probiotyki w żywności”**
Organizatorzy: Zarząd Główny PTTŻ, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW, Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
Kontakt: dr inż. Dorota Zielińska
e-mail: dorota_zielinska@sggw.pl

Maj

- 10 - 13 SZKLARSKA POREBA = VI Konferencja Naukowa z cyklu „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie” nt. „Ziemniak jako czynnik środowiska rolniczego i surowiec żywnościowy”**
Organizator: Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Kontakt: dr inż. Ewa Zdybel
Tel. 071 320 10 02; fax. 071 320 52 21
e-mail: ziemniak@wnoz.up.wroc.pl
- 20 - 21 WROCLAW = XV Sesja Naukowa SMKN PTTŻ nt. „Jakość i prozdrowotne cechy żywności”**
Organizatorzy: Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Wydział Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Oddział Wrocławski PTTŻ.
Kontakt: dr inż. Radosław Spychaj (tel. 071 320 54 23)
e-mail: smkn@wnoz.up.wroc.pl
www.wnoz.up.wroc.pl/smkn

Czerwiec

- 9 - 11 WARSZAWA = II Sympozjum Inżynierii Żywności**
Organizatorzy: Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW, Komisja Technologii i Biotechnologii KNoŻ PAN oraz Oddział Warszawski PTTŻ I Oddział Warszawski Polskiego Towarzystwa Agrofizycznego
Kontakt: kizopsiz@sggw.pl

- 10 – 11 SOPOT-GDAŃSK = II Konferencja Naukowo-Techniczna nt.: „Jakość, bezpieczeństwo, ekologia w sektorze rolno-spożywczym, Kierunki rozwoju”**
Organizatorzy: Zakład Zarządzania Jakością i Środowiskiem, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego
Kontakt: dr inż. Ewa Malinowska, e-mail: mal@wzr.ug.edu.pl;
Maria Tysarczyk, e-mail: zzjs@wzr.ug.edu.pl
- 21 – 25 KRAKÓW = XVIII INTERNATIONAL STARCH CONVENTION CRACOW-MOSCOW**
Organizatorzy: University of Agriculture, Cracow, Polish Food Technologists' Society - Małopolska Branch, Russian Academy of Sciences, Institute of Biochemical Physics, Division of Storage and Processing of Farming Stuff of Russian, Academy of Agricultural Sciences, All - Russia Institute of Starch Products Association of Russian, Starch and Glucose Manufactures.
Kontakt: dr inż. Rafał Ziobro
www.starch_conference@ar.krakow.pl
- 23 – 24 POZNAŃ = IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu „Mięso w przetwórstwie i żywieniu człowieka” nt.: „Uwarunkowania produkcji mięsa i przetworów mięsnych w świetle przesłań tradycji i współczesnych oczekiwań”. Organizatorzy: Instytut Technologii Mięsa UP w Poznaniu, Oddział Wielkopolski PTTŻ i IUFoST.**
Kontakt: www.up.poznan.pl/meat2010

Lipiec

- 1 – 2 CZĘSTOCHOWA = II Ogólnopolska Konferencja Naukowa z cyklu „Turystyka – Żywność – Żywność nt. „Gastronomia w ofercie turystycznej regionu”**
Organizatorzy: Wyższa Szkoła Hotelarstwa i Turystyki w Częstochowie, Zarząd Główny PTTŻ, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności SGGW.
Kontakt: dr inż. Beata Mikuta
e-mail: konferencja@wshit.edu.pl

Wrzesień

- 20 – 22 POZNAŃ = ExTech 2010 – The 12th International Symposium on Advances in Extraction Technologies**
Organizator: Zakład Koncentratów Spożywczych UP w Poznaniu
Kontakt: tel: (61) 848 72 75 fax: (61) 848 73 14
e-mail: zks@up.poznan.pl
www.extech2010.org

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNÓŚCI

Przy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, RAISIO POLSKA FOODS Sp. z o.o. Karczew, FRITO – LAY POLAND Sp. z o.o. Grodzisk Mazowiecki, HORTIMEX Sp. z o.o. Konin.**

Przy Oddziale Łódzkim: **POLFARMEX S.A.**

Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o., Bielsko-Biała.**

Przy Oddziale Szczecińskim: **TECHNEX Sp. z o.o., Szczecin.**

Przy Oddziale Warszawskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO S.A., WARSZAWA.**

Przy Oddziale Wielkopolskim: **PRZEDSIĘBIORSTWO PRZEMYSŁU FERMENTACYJNEGO „AKWAWIT” S.A., Leszno, HORTIMEX Sp. z o.o., Konin, SŁAWSKI ZAKŁAD PRZETWÓRSTWA MIĘSA I DROBIU s.c. „BALCERZAK I SPÓŁKA”, Wróblów k. Sławy, POZMET S.A., Poznań.**

Przy Oddziale Wrocławskim: **REGIS Wieliczka.**

Materiał zawarty w Nr 6 (67)/2009 Biuletynu podano według stanu informacji do 1 grudnia 2009 r. Materiały do Nr 1(68) /2010 prosimy nadsyłać do 1 lutego 2010 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKAT

Informujemy P.T. Autorów, że aktualne *Informacje dla Autorów oraz wymagania redakcyjne* publikujemy na stronie **www.pttz.org**

SPIS TREŚCI
CZASOPISMA „ŻYWNOŚĆ”
NR 62–67

Wykaz opublikowanych materiałów

Nr 62

Od Redakcji	3
<i>Anna Sip, Maria Krasowska, Michał Więckowicz, Włodzimierz Grajek</i> : Metody skryningu bakteriocynogennych bakterii fermentacji mlekowej.....	5
<i>Dorota Nowak, Agnieszka Nowak</i> : Kinetyka wzrostu biomasy oraz biosyntezy enzymów amylolitycznych przez drożdże <i>Saccharomycopsis fibuligera</i> podczas hodowli w bioreaktorze	28
<i>Marta Ciecierska, Mieczysław Obiedziński</i> : Występowanie WWA w preparatach do początkowego i dalszego żywienia niemowląt oraz w żywności dla małych dzieci w odniesieniu do wymagań prawa żywnościowego Unii Europejskiej.....	37
<i>Karolina Szulc, Andrzej Lenart</i> : Właściwości reologiczne aglomerowanej żywności w proszku dla dzieci.....	46
<i>Anna Kamińska, Volker Gaukel</i> : Kontrola wzrostu kryształów w lodach spożywczych.....	57
<i>Katarzyna Kozłowicz, Franciszek Kluza</i> : Wpływ dodatków napojów alkoholowych na proces zamrażania sorbetów owocowych.....	65
<i>Hanna Kowalska</i> : Wpływ stężenia roztworu, temperatury i czasu procesu na odwadnianie osmotyczne jabłek.....	73
<i>Monika Janowicz, Katarzyna Średzińska</i> : Wybrane właściwości suszonych konwekcyjnie jabłek wstępnie odwadnianych osmotycznie w warunkach zmiennego ciśnienia.....	86
<i>Małgorzata Rząca, Dorota Witrowa-Rajchert</i> : Zmiany aktywności przeciwrodnikowej i zawartości polifenoli w soku jabłkowym uzyskanym przy wykorzystaniu promieniowania podczerwonego	99
<i>Ewa Jakubczyk</i> : Charakterystyka suszenia konwekcyjno-mikrofalowego spienionego przecieru jabłkowego.....	109
<i>Agata Pękostawska, Andrzej Lenart</i> : Wpływ rodzaju i stężenia substancji osmotycznej na przebieg odwadniania osmotycznego dyni	119
<i>Ewa Ostrowska-Ligęza, Magdalena Wirkowska, Bolesław Kowalski</i> : Termokinetyczna analiza tłuszczu z kukurydzy z wykorzystaniem różnicowej kalorymetrii skaningowej.....	128
<i>Agnieszka Latoch</i> : Właściwości miofibryli sonifikowanego mięsa wieprzowego o obniżonej jakości	140
<i>Grażyna Morkis</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	150
<i>Stanisław Poppek</i> : Nowe książki	152
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności	154
Z żałobnej karty: Prof. dr hab. Henryk Gąsiorowski 1922 - 2009	156
Technolog Żywności	159

Nr 63

Od Redakcji	3
<i>Helena Panfil-Kuncewicz, Andrzej Kuncewicz, Artur Pulawski</i> : Wpływ opakowania na trwałość mleka spożywczego	5
<i>Małgorzata Ziarno, Dorota Zaręba, Jolanta Piskorz</i> : Wzbogacanie maślanki w wapń, magnez oraz białka serwatkowe	14
<i>Eugenia Grześkowiak, Bronisław Borys, Jerzy Strzelecki, Karol Borzuta, Andrzej Borys, Dariusz Lisiak</i> : Podstawowy skład chemiczny oraz wybrane parametry fizykochemiczne mięsa jagniąt tuczonych paszami suchymi lub z udziałem zielonek	28
<i>Tomasz Szablewski, Jacek Kijowski, Renata Cegielska-Radziejewska, Anna Dzedzic, Anna Kamińska</i> : Wpływ promieniowania UV na stan mikrobiologiczny skorupy oraz jakość treści jaj	40
<i>Robert Duliński, Krzysztof Żyła</i> : Wpływ egzogennych preparatów fitaz na zawartość fosforanów inozytolu w cięście i pieczywie żytnim	53
<i>Anna Ostasiewicz, Alicja Ceglińska, Sylwia Skowronek</i> : Jakość pieczywa żytniego z dodatkiem zakwasów	67
<i>Ewa Siemianowska, Krystyna A. Skibniewska, Józef Tyburski, Katarzyna Majewska, Annette Meyer-Wieneke, Christine Heistermann</i> : Zawartość błonnika pokarmowego i kwasu fitynowego w chlebie orkiszowym w zależności od odmiany pszenicy	75
<i>Anna Diowks, Danuta Sucharzewska, Wojciech Ambroziak</i> : Rola błonnika pokarmowego w kształtowaniu cech funkcjonalnych ciasta i chleba bezglutenowego	83
<i>Beata Paszczyk, Zbigniew Borejszo, Aleksandra Szewczyk</i> : Skład kwasów tłuszczowych – z uwzględnieniem izomerów trans – w wybranych ciastach	94
<i>Anna Żbikowska, Jarosława Rutkowska, Anna Marcinkiewicz</i> : Ocena mechanicznych właściwości ciastek kruchych metodą instrumentalną	103
<i>Monika Rajkowska, Magdalena Holak, Mikołaj Protasowicki</i> : Makro- i mikroelementy w wybranych sortymentach piwa	112
<i>Sławomir Pietrzyk, Teresa Fortuna, Irena Bojdo-Tomasia, Karolina Morawiec</i> : Wpływ temperatury i czasu przechowywania na wybrane parametry jakościowe owoców kandyzowanych	119
<i>Barbara Mazur, Eulalia J. Borowska, Magdalena Polak</i> : Zawartość witaminy C i pojemność przeciwutleniająca owoców i przecierów z żurawiny błotnej i wielkoowocowej	130
<i>Ewelina Piasecka, Małgorzata Uczciwek, Robert Klewicki</i> : Odwadnianie osmotyczne owoców w roztworach zawierających fruktooligosacharydy	138
<i>Paweł Nowicki</i> : Poziom zapewnienia jakości świadczonych usług przez sieć barów bistro w opinii klientów	154
<i>Grażyna Morkis</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	167
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności	169
<i>Stanisław Popek</i> : Nowe książki	171
Technolog Żywności	173

Nr 64

Od Redakcji	3
<i>Jolanta Krzyckowska, Ewa Białecka-Florjańczyk, Izabela Stolarzewicz</i> : Biotechnologiczne metody otrzymywania substancji zapachowych	5
<i>Agata Lewicka, Stanisław Błażej, Michał Migdał</i> : Tradycyjne i nowe kierunki biotechnologicznego wykorzystania drożdży z rodzaju <i>Rhodotorula</i>	19

<i>Magdalena Michalczyk, Joanna Kowalińska</i> : Zanieczyszczenie mikrobiologiczne kielkowanych nasion dostępnych w handlu	32
<i>Agnieszka Wójtowicz</i> : Wpływ dodatku grochu na wybrane cechy fizyczne i kulinarne ekstrudowanych makaronów błyskawicznych	40
<i>Eugenia Czernyszewicz</i> : Postępowanie konsumentów ze świeżymi owocami przed ich spożyciem	50
<i>Barbara Biesiada-Drzazga, Alina Janocha</i> : Wpływ pochodzenia i systemu utrzymania kur na jakość jaj spożywczych	67
<i>Lucyna Polak-Juszczak, Maria Adamczyk</i> : Jakość i skład aminokwasowy białka ryb z Zalewu Wiślanego	75
<i>Krzyszyna Szybga, Krzysztof Prymon</i> : Konkurencyjność i innowacyjność przedsiębiorstw przemysłu mięsnego	84
<i>Marta Sajdakowska, Sylwia Żakowska-Biemans</i> : Postrzeganie żywności tradycyjnej przez polskich konsumentów na podstawie badań jakościowych	95
<i>Sylwia Żakowska-Biemans, Karolina Kuc</i> : Żywność tradycyjna i regionalna w opinii i zachowaniach polskich konsumentów	105
<i>Krzyszyna Gutkowska, Sylwia Żakowska-Biemans, Marta Sajdakowska</i> : Preferencje konsumentów w zakresie możliwych do zastosowania innowacji w produktach tradycyjnych	115
<i>Marzena Jeżewska-Zychowicz</i> : Wybrane zachowania młodych konsumentów na rynku żywności tradycyjnej i ich uwarunkowania	126
<i>Agnieszka Wikiera, Magdalena Mika, Krzysztof Żyła</i> : Wpływ katechin i wybranych stabilizatorów żywności na emulgację lipidów masła w warunkach symulujących przewód pokarmowy	137
<i>Paweł Nowicki, Tadeusz Sikora</i> : Bezpieczeństwo i higiena żywności w opinii pracowników wybranej sieci barów bistro	145
<i>Grażyna Morkis</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	154
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności	156
<i>Stanisław Popek</i> : Nowe książki	157
Technolog Żywności	159

Nr 65

Od Redakcji	3
<i>Aneta Prędką, Anna Gronowska-Senger</i> : Właściwości przeciwutleniające wybranych warzyw z upraw ekologicznych i konwencjonalnych w redukcji stresu oksydacyjnego	9
<i>Marzanna Heś, Józef Korczak, Jan Pyrcz, Ryszard Kowalski</i> : Wpływ stabilizowania lipidów na zachowanie dostępnej lizyny i metioniny w przechowywanej kielbasie typu „polska surowa”	19
<i>Krzysztof Lipiński, Jan Tywończuk, Andrzej Siwicki</i> : Wpływ mannanoligosacharydów na status zdrowotny i jakość mięsa kurcząt brojlerów	26
<i>Eugeniusz R. Grela, Edyta Kowalczyk</i> : Zawartość składników odżywczych i profil kwasów tłuszczowych mięsa i wybranych wędlin z ekologicznej produkcji świń	34
<i>Ewa Flaczyk, Danuta Górecka, Joanna Kobus, Kryszyna Szymandera-Buska</i> : Wpływ dodatku inuliny jako zamiennika tłuszczu na wartość energetyczną i akceptację konsumentką modelowych klopsów wieprzowych	41
<i>Marzena Jeżewska-Zychowicz</i> : Akceptacja genetycznych modyfikacji w produkcji żywności o zwiększonej zawartości witamin i składników mineralnych na przykładzie ryżu	47
<i>Aneta Koronowicz, Joanna Dulińska-Litewka, Paweł Pisulewski, Piotr Laidler</i> : Wpływ lipidów żółtka jaja kurzego wzbogaconego w izomery sprzężonego kwasu linolowego na proliferację komórek MCF-7	55

<i>Eleonora Lampart-Szczapa, Piotr Konieczny, Izabela Kossowska, Małgorzata Nogala-Kalućka, Renata Zawirska-Wojtasiak, Anna Hoffmann</i> : Właściwości sensoryczne a zawartość tanin w fermentowanych i ekstrudowanych preparatów łubinowych	62
<i>Małgorzata Nogala-Kalućka, Eleonora Lampart-Szczapa, Inga Krzyżostaniak, Aleksander Siger</i> : Natywne antyoksydacyjne biokomponenty preparatów łubinowych	70
<i>Julita Reguła</i> : Wartość odżywcza i ocena organoleptyczna ciastek wzbogaconych w susz grzybowy <i>Shiitake lentinula edodes</i>	79
<i>Andrzej Kot, Stanisław Zaręba, Lucyna Wyszogrodzka-Koma</i> : Ocena skażenia ołowiem zbóż, przetworów zbożowych i ziemniaków z regionu lubelskiego	86
<i>Jan Pikul, Małgorzata Nogala-Kalućka, Aleksander Siger</i> : Charakterystyka tokochochromanoli w wybranych produktach przemysłu mleczarskiego z dodatkiem olejów roślinnych	92
<i>Krzysztof Baranowski, Elżbieta Baca, Agnieszka Salamon, Dorota Michałowska, Dorota Meller, Marcin Karaś</i> : Możliwości odzyskiwania i praktycznego wykorzystania związków fenolowych z produktów odpadowych: z wyłoków z czarnej porzeczki i aronii oraz z chmielin	100
<i>Joanna Kobus, Ewa Flaczyk, Zbigniew Krejpcio, Halina Staniek</i> : Wpływ okresu wegetacji na zawartość pierwiastków determinujących pojemność antyoksydacyjną ekstraktów z liści <i>Ginkgo biloba L.</i>	110
<i>Mirosław Krońnia, Maciej Gąstoł, Przemysław Banach, Anna Pytel</i> : Wybrane parametry jakościowe winogron uprawianych w Polsce południowej	116
<i>Elżbieta Baca, Krystyna Skibniewska, Krzysztof Baranowski, Janusz Zakrzewski, Elżbieta Słowik, Dorota Meller, Marcin Karaś, Małgorzata Mielcarz</i> : Wpływ warunków technologicznych produkcji chleba pszennego na stopień rozkładu kwasów fitynowych	122
<i>Małgorzata Woźniak, Katarzyna Ostrowska, Łukasz Szymański, Katarzyna Wybieralska, Ryszard Zieliński</i> : Aktywność przeciwnadciśnieniowa ekstraktów szalwii i rozmarynu	133
<i>Anna Czech, Agnieszka Malik, Iwona Pitucha, Aleksandra Woźnica</i> : Porównanie zawartości związków bioaktywnych w winach czerwonych pochodzących z różnych krajów europejskich	142
<i>Waldemar Żyngiel, Halina Kolenda</i> : Wpływ wysokich ciśnień na zawartość sacharydów w sokach z marchwi utrwalonych technologią HPP	149
<i>Grzegorz Mielcarz, Aleksander Barinow-Wojewódzki, Krzysztof Linke</i> : Wpływ suplementacji ekstraktem z czerwonego wina na właściwości antyoksydacyjne i fibrynolityczne u ludzi	163
<i>Jacek Aniola, Joanna Le Thanh, Grażyna Lewandowicz</i> : Ocena strawności nowego preparatu skrobi modyfikowanej fizycznie w badaniach na szczurach	170
<i>Zbigniew Krejpcio, Rafał W. Wójciak, Halina Staniek, Julia Wiśniewska</i> : Wpływ suplementacji diety fruktanami typu inuliny i chromem(III) na wskaźniki gospodarki magnezem u szczura	175
<i>Sławomir Lewicki, Dariusz Rattman, Tomasz Kurył, Marek Snochowski, Bogdan Dębski</i> : Wpływ chromu (III) na metabolizm kwasów tłuszczowych oraz ekspresję genów szlaku insulinowego w komórkach mięśniowych myszy linii c2c12	183
<i>Ewa Zimna-Walendzik, Agnieszka Kolmaga, Elżbieta Tafalska</i> : Styl życia - aktywność fizyczna, preferencje żywieniowe dzieci kończących szkołę podstawową	195
<i>Jan Gawęcki, Marta Twardowska, Dorota Łoboda</i> : Zwyczaje młodzieży akademickiej dotyczące spożywania napojów – badania wstępne	204
<i>Joanna Bajerska, Małgorzata Woźniewicz, Jan Jeszka, Ewelina Wierzejska</i> : Częstość spożycia napojów energetyzujących a aktywność fizyczna i występowania nadwagi i otyłości wśród młodzieży licealnej	211
<i>Izabela Steinka</i> : Akceptacja żywności niekonwencjonalnej przez młodych konsumentów	218
<i>Wioletta Semeniuk</i> : Zwyczaje żywieniowe studentów z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie stosujących diety alternatywne	227
<i>Aneta Sigłowa, Bartosz Bertrandt, Małgorzata Conder, Karolina Bertrandt, Anna Lisiecka, Paulina Kubiak, Aleksandra Urbańska</i> : Suplementacja diety wśród studentów	236

<i>Krystyna A. Skibniewska, Monika Radzyńska, Maria M. Jaworska, Ewa Babicz-Zielińska</i> : Badania zwyczajów żywieniowych studentów polskich i belgijskich	250
<i>Maria Dymkowska-Malesa, Aldona Bać, Agnieszka Plawgo, Kazimiera Zgórska</i> : Ocena wartości odżywczej zestawów obiadowych przygotowanych w stołówce akademickiej	259
<i>Tomasz Matuszewski, Krzysztof Klos, Józef Kędziora, Maciej Rutkowski, Sławomir Tokarski</i> : Ocena wpływu suplementacji diety witaminami A, E i C na ich zawartość w osoczu krwi osób starszych	264
<i>Agnieszka Saran, Grażyna Duda</i> : Wpływ wybranych czynników na zakup i stosowanie przez osoby starsze witaminowo-mineralnych suplementów diety	271
<i>Anna Gliszczyńska-Świgło, Henryk Szymusiak</i> : Interakcje między składnikami suplementów diety na przykładzie kwercetyny i witaminy C	278
<i>Ewa Stefańska, Lucyna Ostrowska, Danuta Czapka, Jan Karczewski</i> : Ocena zawartości witamin w całodziennych racjach pokarmowych kobiet o prawidłowej masie ciała oraz z nadwagą i otyłością	286
<i>Anna Wojtasik, Hanna Kunachowicz, Jerzy Socha</i> : Suplementy magnezu i potrzeba ich stosowania w dietach dzieci zdrowych i z celiakią	295
<i>Izabela Bolesławska, Juliusz Przysławski, Małgorzata Schlegel-Zawadzka, Marian Grzymisławski</i> : Zawartość składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych kobiet i mężczyzn stosujących dietę tradycyjną i „optymalną” – analiza porównawcza	303
<i>Magdalena Człapka-Matyasik, Aleksandra Kostrzewa-Tarnowska, Joanna Bajerska</i> : Potencjał antyoksydacyjny racji pokarmowych pacjentów ze zdiagnozowanymi chorobami układu krążenia	312
<i>Danuta Górecka, Jolanta Czarnocińska, Marek Idzikowski, Justyna Kowalec</i> : Postawy osób dorosłych wobec żywności funkcjonalnej w zależności od wieku i płci	320
<i>Beata Szczepańska, Jadwiga Malczewska-Lenczowska, Jan Gajewski</i> : Zasadność stosowania odżywek przez reprezentantów kadry narodowej seniorów podnoszenia ciężarów na zgrupowaniu treningowym	327
<i>Ilona Pokora, Stanisław Poprzęcki</i> : Zmiany stężenia aldosteronu w osoczu podczas rehydratacji prowadzonej po działaniu stresu ciepła: wpływ rodzaju stosowanego napoju	337
<i>Grażyna Podlaszewska, Mariola Friedrich, Joanna Sadowska</i> : Ocena wpływu składu diety i jej uzupełniania wybranymi składnikami mineralnymi na stężenie kortykosteronu i bilans wodny u samców szczura	345
<i>Mikołaj A. Gralak, Jerzy Bertrandt, Anna Klos, Anna B. Stryczek, Bogdan Dębski</i> : Wpływ treningu i dodatku witaminy C na zawartość składników mineralnych w wątrobie szczurów	352
<i>Mariola Friedrich, Joanna Sadowska, Zuzanna Goluch-Koniuszy</i> : Ocena wpływu składu diety i jej uzupełniania witaminami z grupy B na stężenie insuliny i wybranych wskaźników przemian białkowych u samic szczura	361
<i>Edyta Maślak, Renata B. Kostogrys, Magdalena Franczyk-Żarów, Paweł M. Pisulewski</i> : Wpływ diety z dodatkiem fruktozy i sprzężonych dienów kwasu linolowego (CLA) na masę ciała i wątroby oraz stężenie aminotransferazy alaninowej (ALT) u szczurów	368
<i>Małgorzata Schlegel-Zawadzka, Magdalena Barteczko</i> : Ocena stosowania suplementów diety pochodzenia naturalnego w celach prozdrowotnych przez osoby dorosłe	375
<i>Agnieszka Kabacińska, Ewa Babicz-Zielińska</i> : Wpływ marki na akceptację cech sensorycznych jogurtów	388
<i>Grażyna Morkis</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	395
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności	398
<i>Stanisław Popek</i> : Nowe książki	400
<i>Technolog Żywności</i>	403

Nr 66

Od Redakcji	3
<i>Radosław Dembczyński, Wojciech Białas, Tomasz Jankowski</i> : Wykorzystanie dwufazowej ekstrakcji wodnej do separacji lizozymu z białka jaja kurzego	5
<i>Artur Szwengel, Maria Czarnecka, <u>Leonarda Gruchala</u>, Zbigniew Czarnecki</i> : Właściwości i zastosowanie lewanu	18
<i>Agnieszka Drożdżyńska, Daria Szymanowska, Katarzyna Czaczyk</i> : Optymalizacja procesu ekstrakcji trehalozy z komórek drożdży i określenie parametrów jej oznaczania techniką HPLC	30
<i>Izabela Przetaczek, Teresa Fortuna</i> : Wpływ ogrzewania mikrofalowego na właściwości reologiczne roztworów hydrolizatów skrobi o różnym stopniu depolimeryzacji	43
<i>Małgorzata Piecyk, Marta Konarzewska, Iwona Sitkiewicz</i> : Wpływ modyfikacji hydrotermicznej typu annealing na wybrane właściwości skrobi grochu (<i>Pisum sativum</i>)	58
<i>Zbigniew Tamborski</i> : Wpływ temperatury na przebieg izoterm sorpcji wody przez cukier	72
<i>Renata Różyło, Janusz Laskowski</i> : Porównanie cech jakościowych chleba pszennego wypieczonego z ciasta prowadzonego jednofazowo i dwufazowo	83
<i>Genowefa Bonczar, Agata Regula-Sardat, Henryk Pustkowiak, Aneta Żebrowska</i> : Wpływ substytucji mleka owczego mlekiem krowim na właściwości bundzu	96
<i>Izabela Cichocka, Tadeusz Grabiński</i> : Psychograficzno-motywacyjna charakterystyka polskiego konsumenta żywności ekologicznej	107
<i>Anna Stachura, Paweł M. Pisulewski, Aneta Kopeć, Teresa Leszczyńska, Renata Bieźanowska-Kopeć</i> : Oszacowanie spożycia tłuszczów ogółem oraz kwasów tłuszczowych przez młodzież wiejską Beskidu Żywieckiego	119
<i>Elżbieta Sikora, Mirosław Pysz, Teresa Leszczyńska</i> : Zmiany podaży podstawowych grup produktów spożywczych w gospodarstwach domowych emerytów i rencistów w latach 1989-2004	132
<i>Grażyna Morkis</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	148
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności	150
<i>Stanisław Poppek</i> : Nowe książki	152
<i>Zbigniew Czarnecki, Bożena Danyluk, Jan Michniewicz</i> : XXXIX Sesja Komitetu Nauk o Żywności PAN „Postęp w wytwarzaniu i ocenie żywności”	155
Technolog Żywności	158

Nr 67

Od Redakcji	3
<i>Antoni Rutkowski</i> : List do Redakcji	5
<i>Marek Aljewicz, Grażyna Cichosz, Łucja Łaniewska-Trokenheim, Marzena Danowska-Oziewicz, Wioletta Łukaszuk-Kepka</i> : Przeżywalność <i>Lactobacillus paracasei</i> LPC-37 w serach dojrzewających typu szwajcarskiego	7
<i>Bartosz Sołowiej</i> : Wpływ procesu homogenizacji na właściwości tekstury i topliwość analogów serów topionych	16
<i>Dariusz Cupiał, Dorota Witrowa-Rajchert</i> : Badanie morfologii proszków otrzymanych podczas suszenia rozpyłowego hydrolizatu białkowego z dodatkiem maltodekstryny	27
<i>Maciej Nastaj</i> : Wpływ zmiennego czasu ubijania na właściwości reologiczne pian otrzymanych z różnych preparatów białek serwatkowych i sproszkowanej albuminy jaja	37

<i>Alicja Kośmider, Agnieszka Drożdżyńska, Katarzyna Czaczyk</i> : Możliwości wykorzystania surowców odpadowych w procesie fermentacji propionowej	47
<i>Dorota Zaręba</i> : Profil kwasów tłuszczowych mleka sojowego fermentowanego różnymi szczepami bakterii fermentacji mlekowej	59
<i>Dariusz Kowalczyk, Waldemar Gustaw</i> : Wpływ powłok hydrokoloidowych na cechy jakościowe frytek ziemniaczanych	72
<i>Krzysztof Dziedzic, Agnieszka Drożdżyńska, Danuta Górecka, Katarzyna Czaczyk</i> : Zawartość wybranych związków przeciwutleniających w gryce i produktach powstałych podczas jej przerobu	81
<i>Magdalena Fijarczuk, Mirosław Żmijewski</i> : Jakość pieczywa pszennego w zależności od dodatku otrąb pochodzących z różnych odmian gryki	91
<i>Agata Wojciechowicz, Zygmunt Gil</i> : Jakość pieczywa pszennego z udziałem błonnika pokarmowego różnego pochodzenia	102
<i>Joanna Kawa-Rygielska</i> : Jednoczesna identyfikacja trichotecenów typu A i B oraz zearalenonu w produktach kukurydzianych	112
<i>Lukasz Szwed, Józef Błażewicz, Agnieszka Zembold-Guła, Michał Pelak, Andrzej Dawidowicz</i> : Wpływ frakcjonowania i czasu słodowania ziarna jęczmienia na liczbę Kolbacha słodów oraz zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego w brzezcach	119
<i>Stanisław Kalisz, Krystian Marszałek, Marta Mitek</i> : badania nad wpływem dodatku preparatów pektyn wysoko metylowanych na parametry jakościowe nektarów truskawkowych	129
<i>Małgorzata Rząca, Dorota Witrowa-Rajchert, Urszula Tylewicz, Marco Dalla Rosa</i> : Wymiana masy w procesie odwadniania osmotycznego owoców kiwi	140
<i>Grażyna Morkis</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	150
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności	152
<i>Stanisław Popek</i> : Nowe książki	154
XIV Sesja Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ „Jakość i bezpieczeństwo żywności – wyzwanie XXI wieku”	156
<i>Teresa Fortuna</i> : Prof. Dr Hab. Waclaw Leszczyński - doktorem honoris causa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie	159
<i>Teresa Leszczyńska</i> : Z żalobnej karty - Prof. dr hab. Paweł M. Pisulewski 1945 - 2009	164
Technolog Żywności	166
Spis treści czasopisma „Żywność” Nr 62–67	170
Wykaz nazwisk Autorów w 2009 roku	177
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2009 roku	181

WYKAZ NAZWISK AUTORÓW W 2009 ROKU

- Adamczyk M.* 64/75
Aljewicz M. 67/7
Ambroziak W. 63/83
Aniola J. 65/170
Babicz-Zielińska E. 65/250, 65/388
Baca E. 65/100, 65/122
Bać A. 65/259
Bajerska J. 65/211, 65/312
Banach P. 65/116
Baranowski K. 65/100, 65/122
Barinow-Wojewódzki A. 65/163
Barteczko M. 65/375
Bertrandt B. 65/236
Bertrandt J. 65/352
Bertrandt K. 65/236
Białas W. 66/5
Bialecka-Florjańczyk E. 64/5
Biesiada-Drzazga B. 64/67
Bieżanowska-Kopeć R. 66/119
Błażejczak S. 64/19
Błażewicz J. 67/119
Bojdo-Tomasiak I. 63/119
Bolesławska I. 65/303
Bonczar G. 66/96
Borejszo Z. 63/94
Borowska E.J. 63/130
Borys A. 63/28
Borys B. 63/28
Borzuta K. 63/28
Cegielska-Radziejewska R. 63/40
Ceglińska A. 63/67
Cichocka I. 66/107
Cichosz G. 67/7
Ciecierska M. 62/37
Conder M. 65/236
Cupiał D. 67/27
Czaczyk K. 66/30, 67/47, 67/81
Czapska D. 65/286
Czarnecka M. 66/18
Czarnecki Z. 66/18, 66/155
Czarnocińska J. 65/320
Czech A. 65/142
Czernyszewicz E. 64/50
Człapka-Matysik M. 65/312
Dalla Rosa M. 67/140
Danowska-Oziewicz M. 67/7
Danyluk B. 66/155
Dawidowicz A. 67/119
Dembczyński R. 66/5
Dębski B. 65/183, 65/352
Diowksza A. 63/83
Drożdżyńska A. 66/30, 67/47, 67/81
Duda G. 65/271
Dulińska-Litewka J. 65/55
Duliński R., Żyła K. 63/53
Dymkowska-Malesa M. 65/259
Dziedzic A. 63/40
Dziedzic K. 67/81
Flaczyk E. 65/41, 65/110
Fortuna T. 63/119, 66/43, 67/149
Franczyk-Żarów M. 65/368
Friedrich M. 65/345, 65/361
Fujarczuk M. 67/91
Gajewski J. 65/327
Gaukel V. 62/57
Gawęcki J. 65/204
Gąstoł M. 65/116
Gil Z. 67/102
Gliszczyńska-Świgło A. 65/278
Goluch-Koniuszy Z. 65/361
Górecka D. 65/41, 65/320, 67/81
Grabiński T. 66/107
Grajek W. 5/62
Gralak M.A. 65/352
Grela E.R. 65/34
Gronowska-Senger A. 65/9
Gruchala L. 66/18
Grześkowiak E. 63/28
Grzymisławski M. 65/303
Gustaw W. 67/72
Gutkowska K. 64/115
Heistermann Ch. 63/75
Hęś M. 65/19
Hoffmann A. 65/62

- Holak M. 63/112
Idzikowski M. 65/320
Jakubczyk E. 62/109
Jankowski T. 66/5
Janocha A. 64/67
Janowicz M. 62/86
Jaworska M.M. 65/250
Jeszka J. 65/211
Jeżewska-Zychowicz M. 64/126, 65/47
Kabacińska A. 65/388
Kalisz S. 67/129
Kamińska A. 62/57
Kamińska A. 63/40
Karaś M. 65/100, 65/122
Karczewski J. 65/286
Kawa-Rygielska J. 67/112
Kędziora J. 65/264
Kijowski J. 63/40
Klewicki R. 63/138
Kluza F. 62/65
Kłos A. 65/352
Kłos K. 65/264
Kobus J. 65/41, 65/110
Kolenda H. 65/149
Kolmaga A. 65/195
Konarzewska M. 66/58
Konieczny P. 65/62
Kopeć A. 66/119
Korczak J. 65/19
Koronowicz A. 65/55
Kossowska I. 65/62
Kostogryś R.B. 65/368
Kostrzewa-Tarnowska A. 65/312
Kostyra E. 62/154, 63/169, 64/156, 65/398,
66/150, 67/142
Kostyra H. 62/154, 63/169, 64/156, 65/398,
66/150, 67/142
Kośmider A. 67/47
Kot A. 65/86
Kowalczyk E. 65/34
Kowalczyk D. 67/72
Kowalec J. 65/320
Kowalińska J. 64/32
Kowalska H. 62/73
Kowalski B. 62/128
Kowalski R. 65/19
Kozłowicz K. 62/65
Krasnowska M. 5/62
Krejpcio Z. 65/110, 65/175
Krośnia M. 65/116
Krzyczkowska J. 64/5
Krzyżostaniak I. 65/70
Kubiak P. 65/236
Kuc K. 64/105
Kunachowicz H. 65/295
Kuncewicz A. 63/5
Kurył T. 65/183
Laidler P. 65/55
Lampart-Szczapa E. 65/62, 65/70
Laskowski J. 66/83
Latoch A. 62/140
Le Thanh J. 65/170
Lenart A. 62/46, 62/119
Leszczyńska T. 66/119, 66/132, 67/154
Lewandowicz G. 65/170
Lewicka A. 64/19
Lewicki S. 65/183
Linke K. 65/163
Lipiński K. 65/26
Lisiak D. 63/28
Lisiecka A. 65/236
Łaniewska-Trokenheim Ł. 67/7
Łoboda D. 65/204
Łukaszuk-Kępką W. 67/7
Majewska K. 63/75
Malczewska-Lenczowska J. 65/327
Malik A. 65/142
Marcinkiewicz A. 63/103
Marszałek K. 67/129
Maślak E. 65/368
Matuszewski T. 65/264
Mazur B. 63/130
Meller D. 65/100, 65/122
Meyer-Wieneke A. 63/75
Michalczyk M. 64/32
Michałowska D. 65/100
Michniewicz J. 66/155
Mielcarz G. 65/163
Mielcarz M. 65/122
Migdal M. 64/19

- Mika M. 64/137
Mitek M. 67/129
Morawiec K. 63/119
Morkis G. 62/150, 63/167, 64/154, 65/395,
66/148, 67/140
Nastaj M. 67/37
Nogala-Kalućka M. 65/62, 65/70, 65/92
Nowak A. 62/28
Nowak D. 62/28
Nowicki P. 63/154, 64/145
Obiedziński M. 62/37
Ostasiewicz A. 63/67
Ostrowska K. 65/133
Ostrowska L. 65/286
Ostrowska-Ligęza E. 62/128
Panfil-Kunczewicz H. 63/5
Paszczyk B. 63/94
Pelak M. 67/119
Pękośławska A. 62/119
Piasecka E. 63/138
Piecyk M. 66/58
Pietrzyk S. 63/119
Pikul J. 65/92
Piskorz J. 63/14
Pisulewski P. 65/55, 65/368, 66/119
Pitucha I. 65/142
Pławgo A. 65/259
Podlaszewska G. 65/345
Pokora I. 65/337
Polak M. 63/130
Polak-Juszczak L. 64/75
Popok S. 62/152, 63/171, 64/157, 65/400,
66/152, 67/144
Poprzęcki S. 65/337
Prędką A., 65/9
Protasowicki M. 63/112
Prymon K. 64/84
Przetaczek I. 66/43
Przysławski J. 65/303
Puławski A. 63/5
Pustkowiak H. 66/96
Pyrcz J. 65/19
Pysz M. 66/132
Pytel A. 65/116
Radzyńska M. 65/250
Rajkowska M. 63/112
Rattman D. 65/183
Reguła J. 65/79
Reguła-Sardat A. 66/96
Różyło R. 66/83
Rutkowska J. 63/103
Rutkowski A. 67/5
Rutkowski M. 65/264
Rząca M. 62/99, 67/140
Sadowska J. 65/345, 65/361
Sajdakowska M. 64/95, 64/115
Salamon A. 65/100
Saran A. 65/271
Schlegel-Zawadzka M. 65/303, 65/375
Semeniuk W. 65/227
Siemianowska E. 63/75
Siger A. 65/70, 65/92
Sigłowa A. 65/236
Sikora E. 66/132
Sikora T. 64/145
Sip A. 5/62
Sitkiewicz I. 66/58
Siwicki A. 65/26
Skibniewska K.A. 63/75, 65/122, 65/250
Skowronek S. 63/67
Słowik E. 65/122
Snochowski M. 65/183
Socha J. 65/295
Sołowiej B. 67/16
Stachura A. 66/119
Staniek H. 65/110, 65/175
Stęfańska E. 65/286
Steinka I. 65/218
Stolarzewicz I. 64/5
Stryczek A.B. 65/352
Strzelecki J. 63/28
Sucharzewska D. 63/83
Szablewski T. 63/40
Szczepańska B. 65/327
Szewczyk A. 63/94
Szulc K., 62/46
Szwed Ł. 67/119
Szwengiel A. 66/18
Szybga K. 64/84
Szymandera-Buszka K. 65/41

- Szymanowska D. 66/30
Szymański Ł. 65/133
Szymusiak H. 65/278
Średzińska K. 62/86
Tafalska E. 65/195
Tamborski Z. 66/72
Tokarski S. 65/264
Twardowska M. 65/204
Tyburski J. 63/75
Tylewicz U. 67/140
Tywończuk J. 65/26
Uczciwek M. 63/138
Urbańska A. 65/236
Wierzejska E. 65/211
Więckowicz M. 5/62
Wikiera A. 64/137
Wirkowska M. 62/128
Wiśniewska J. 65/175
Witrowa-Rajchert D. 62/99, 67/27, 67/140
Wociór A. 62/154, 63/169, 64/156, 65/398,
66/150, 67/142
Wojciechowicz A. 67/102
Wojtasik A. 65/295
Woźniak M. 65/133
Woźnica A. 65/142
Woźniewicz M. 65/211
Wójciak R.W. 65/175
Wójtowicz A. 64/40
Wybieralska K. 65/133
Wyszogrodzka-Koma L. 65/86
Zakrzewski J. 65/122
Zaręba D. 63/14, 67/59
Zaręba S. 65/86
Zawirska-Wojtasiak R. 65/62
Zembold-Guła A. 67/119
Zgórska K. 65/259
Ziarno M. 63/14
Zieliński R. 65/133
Zimna-Walendzik E. 65/195
Żakowska-Biemans S. 64/95, 64/105, 64/115
Żbikowska A. 63/103
Żebrowska A. 66/96
Żmijewski M. 67/91
Żyła K. 64/137
Żyngiel W. 65/149

WYKAZ NAZWISK RECENZENTÓW W 2009 ROKU

Redakcja czasopisma „Żywność” przekazuje wyrazy wdzięczności P.T. Recenzentom za opiniotwórczą i społeczną pracę na rzecz naszego czasopisma. Dziękujemy Państwu za wspieranie naszych wysiłków nad doskonaleniem poziomu naukowego publikowanych prac.

Prof. dr hab. Ewa Babicz-Zielińska
Prof. dr hab. Nina Barylko-Pikielna
Prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski
Doc. dr hab. Andrzej Borys
Prof. dr hab. Karol Borzuta
Prof. dr hab. Anna Brzozowska
Prof. dr hab. Piotr Bykowski
Prof. dr hab. Alicja Ceglińska
Prof. dr hab. Józefa Chrzanowska
Prof. dr hab. Marek Cierach
Prof. dr hab. Janusz Czapski
Dr inż. Anna Diowksz
Prof. dr hab. Ewa Flaczyk
Prof. dr hab. Mariola Friedrich
Prof. dr hab. Halina Gambuś
Dr hab. Danuta Górecka
Prof. dr hab. inż. Tomasz Jankowski
Prof. dr hab. Halina Kolenda
Prof. dr hab. Edward Kotakowski
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska
Prof. dr hab. Józef Korczak
Prof. dr hab. Bogusław Król
Prof. dr hab. Tomasz Lesiów
Prof. dr hab. Teresa Leszczyńska
Prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz
Prof. dr hab. Zofia Lisiewska
Prof. dr hab. Lucja Łaniewska-Trokenheim

Dr Grażyna Morkis
Prof. dr hab. Jacek Namieśnik
Prof. dr hab. Małgorzata Nogala-Katucka
Prof. dr hab. Mieczysław Obiedziński
Prof. dr hab. Jan Oszmiański
Prof. dr hab. Piotr Palich
Dr Władysław Pieczonka
Dr hab. Antoni Pluta
Prof. dr hab. Edward Pospiech
Prof. dr hab. Piotr Przybyłowski
Prof. dr hab. Tadeusz Sikora
Prof. dr hab. Maria Soral-Śmietana
Prof. dr hab. Izabela Steinka
Prof. dr hab. Jerzy Szpendowski
Prof. dr hab. Maria Śmiechowska
Prof. dr hab. Tadeusz Trziszka
Dr hab. Andrzej Tyburcy
Prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz
Dr hab. Bożena Waszkiewicz-Robak
Prof. dr hab. Maria Wojtatowicz
Prof. dr hab. Jan Zabielski
Prof. dr hab. Lidia Zander
Prof. dr hab. Zygmunt Zander
Dr hab. Renata Zawirska-Wojtasiak
Prof. dr hab. Stefan Ziajka
Prof. dr hab. Marek Zin

**Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

PREZES / ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska Prezes PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 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
Dr hab. Maria Śmiechowska, prof. AM Oddział Gdański	AM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 058 690 15 62; e-mail: smiemari@am.gdynia.pl
Dr inż. Joanna Stadnik Oddział Lubelski	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN Tel.: 081 462 33 41; e-mail: joanna.stadnik@up.lublin.pl
Prof. dr hab. Lucjan Krala Oddział Łódzki	PL, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 042 631 34 54 (66); e-mail: lucjan.krala@p.lodz.pl
Dr hab. inż. Grażyna Jaworska, prof. UR Oddział Małopolski	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel. 012 662 47 54; e-mail: rrgjawor@cyf-kr.edu.pl
Dr hab. Katarzyna Majewska, prof. UWM Oddział Olsztyński	UWM, ul. Słoneczna 44A, 10-718 OLSZTYN Tel.: 089 523 41 70; e-mail: kasia@uwm.edu.pl
Dr inż. Arkadiusz Żych Oddział Szczeciński	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 3, 71-550 SZCZECIN Tel.: 091 449 66 00 wew. 6583; e-mail: arkadiusz.zych@zut.edu.pl
Dr inż. Dorota Nowak Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 593 75 62; e-mail: dorota_nowak@sggw.pl
Dr hab. Grażyna Lewandowicz, prof. UP Oddział Wielkopolski	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 846 60 03, e-mail: prezes.ow.pttz@gmail.com
Dr hab. inż. Agnieszka Kita Oddział Wrocławski	UP, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 50 38; e-mail: agnieszka.kita@wnoz.up.wroc.pl
SEKCJE	
Doc. dr hab. Renata Jędrzejczak Analizy i Oceny Żywności	IBPRS, ul. Rakowiecka 36, 02-532 WARSZAWA Tel. 022 849 02 24; 0606 38 76; Fax: 022 849 04 26
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	WSliZ, ul. Rakowiecka 32, 02-532 WARSZAWA Tel.: 022 646 20 60; e-mail: krajewski@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@up.poznan.pl
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier Chemii i Technologii Tłuszczów	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 847 58 17; E-mail: krzysztof_krygier@sggw.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
Prof. dr hab. Janusz Czapski Technologii Prod. Poch. Roślinnego	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 72; e-mail: czapski@up.poznan.pl
Dr inż. Katarzyna Marciniak-Łukasiak Młodej Kadry Naukowej	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: katarzyna_marciniak_lukasiak@sggw.pl