



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 6 (109)

Kraków 2016

Rok 23

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Lesław Juszczyk; e-mail: rrjuszcz@cyf-kr.edu.pl; tel. 12 662-47-78
Zastępca redaktora naczelnego: dr hab. Mariusz Witczak; e-mail: rrwitcza@cyf-kr.edu.pl
Sekretarz redakcji (kontakt z autorami): mgr inż. Jadwiga Ślawska; e-mail: redakcja@pttz.org; tel. 12 662-48-30

Redaktorzy tematyczni: prof. dr hab. Grażyna Jaworska (żywność pochodzenia roślinnego), prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska (mikrobiologia, bezpieczeństwo i higiena żywności), prof. dr hab. Krzysztof Krygier (technologia tłuszczów, żywność funkcjonalna), prof. dr hab. Irena Ozimek (zachowania konsumentów na rynku żywności), prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński (technologia węglowodanów), prof. dr hab. Edward Pospiech (nauka o mięsie), dr hab. Anna S. Tarczyńska (mleczarstwo, zarządzanie jakością)

Redaktor językowy (język polski): dr Anna Piechnik

Native speaker: Stanley Holt (Bolton, UK)

Redaktor statystyczny: dr hab. Mariusz Witczak

Stali współpracownicy: dr Grażyna Morkis (Kraków)

Rada Naukowa: prof. dr hab. Tadeusz Sikora (przewodniczący), prof. dr hab. Barbara Baraniak, prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna, prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski, prof. dr hab. Janusz Czapski, prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr hab. Teresa Fortuna, prof. dr hab. Mariola Friedrich, prof. dr hab. Jan Gawęcki, prof. dr hab. Waldemar Gustaw, prof. dr Jerzy Jankun (USA), prof. dr hab. Agnieszka Kita, prof. dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Zdzisława Libudziś, prof. dr hab. Jan Oszmiański, prof. dr hab. Mariusz Piskula, prof. dr Jan Pokorny (Czechy), prof. dr Roman Przybylski (Kanada), prof. dr hab. Piotr Przybyłowski, prof. dr Antoni Rutkowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, dr Andrzej Sośnicki (USA), dr Alina Surmacka-Szcześniak (USA), prof. dr hab. Krzysztof Surówka, prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, prof. dr hab. Erwin Wąsowicz, prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert, dr John Wojciak (Kanada).

WYDAWCA: POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą czasopisma był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2016
Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

e-ISSN 2451-0777 ISSN 2451-0769

Czasopismo w postaci elektronicznej jest wersją główną (pierwotną)

ADRES REDAKCJI: 30-149 KRAKÓW, ul. Balicka 122

Projekt okładki: Jolanta Czarnecka

Zdjęcie na okładce: mikelaptev-Fotolia.com

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

Tel. 608 024 572

e-mail: wn@akapit.krakow.pl; www.akapit.krakow.pl

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy PTTŻ – dwumiesięcznik

Nr 6 (109)

Kraków 2016

Rok 23

SPIS TREŚCI

Od Redakcji.....	3
JOANNA GŁAZOWSKA, URSZULA STANKIEWICZ, ROBERT TYLINGO, AGNIESZKA BARTOSZEK: Kwasy nukleinowe w żywności występowanie i właściwości reologiczne.....	5
ŁUKASZ TOMCZYK, TOMASZ SZABLEWSKI, RENATA CEGIELSKA- RADZIEJEWSKA: Wartość odżywcza jaj konsumpcyjnych pozyskiwanych od kur niosek utrzymywanych w różnych systemach.....	20
ANNA STĘPIEŃ, TERESA WITCZAK, MARIUSZ WITCZAK, MIROSŁAW GRZESIK, ŁUKASZ HAMRYSZAK: Właściwości skrobiowych estrów kwasów tłuszczowych.....	28
EWELINA STRĄK, MARIA BALCEREK: Stody jako źródło enzymów amylolitycznych w procesie enzymatycznej hydrolizy skrobi.....	41
BOHDAN ACHREMOWICZ, JOANNA KASZUBA, CZESŁAW PUCHALSKI, RAFAŁ WIŚNIEWSKI: Porównanie cech fizycznych i sensorycznych płatków zbożowych różnego pochodzenia.....	55
AGNIESZKA FILIPIAK-FLORKIEWICZ, ADAM FLORKIEWICZ: Wpływ obróbki hydrotermicznej na zawartość składników odżywczych i bioaktywnych kasz i ryżu.....	64
DOBRAWA KWAŚNIEWSKA, DARIA WIECZOREK: Ocena właściwości przeciwutleniających cydrów.....	80
GRAŻYNA JURGIEL-MAŁECKA, ANNA BUCHWAŁ: Charakterystyka składu chemicznego owoców porzeczki uprawianej w regionie Pomorza Zachodniego.....	90
MARTA CHMIEL, MIROSŁAW SŁOWIŃSKI: Kształtowanie się barwy mięsa wołowego podczas trwania procesu „blooming”.....	102
ZYGMUNT USYDUS, JOANNA SZLINDER-RICHERT: Wpływ obróbki wstępnej na zawartość PCDD/F + dl-PCB w tkance mięśniowej łososia atlantyckiego (<i>Salmo salar</i>) i troci wędrownej (<i>Salmo trutta</i>).....	113
GRZEGORZ S. KOSTELECKI, BEATA PIÓRECKA, PAWEŁ JAGIELSKI: Stan wdrożenia systemu HACCP w szpitalach województwa śląskiego.....	125
EWA CZARNIECKA-SKUBINA, JOANNA TRAFIAŁEK, DOROTA KOCON, MARLENA PIELAK: Wykorzystanie kuchenek mikrofalowych do przygotowania potraw w polskich gospodarstwach domowych.....	140
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym.....	152
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki.....	156
Twórcy polskiej nauki o żywności: : Docent Marian Zięćcik (1910 - 1994).....	160
Z żałobnej karty: Prof. dr hab. inż. Jan Kisza, Dr h.c. 1926 - 2016.....	163
Z żałobnej karty: Prof. dr hab. inż. Ilona Kołodziejska 1946 - 2016.....	166
Technolog Żywności.....	171
Spis treści czasopisma „Żywność” Nr 104 - 109.....	176
Wykaz nazwisk Autorów w 2016 roku.....	183
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2016 roku.....	185

Zamieszczone artykuły są recenzowane

Czasopismo jest referowane przez: Chemical Abstracts Service, IFIS, Scopus, AGRO, BazEkon, Index Copernicus, CrossRef

FOOD. Science. Technology. Quality

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

No 6 (109)

Kraków 2016

Vol. 23

CONTENTS

From the Editor.....	3
JOANNA GŁAZOWSKA, URSZULA STANKIEWICZ, ROBERT TYLINGO, AGNIESZKA BARTOSZEK: Nucleic acids in food: occurrence and rheological properties	5
ŁUKASZ TOMCZYK, TOMASZ SZABLEWSKI, RENATA CEGIELSKA- RADZIEJEWSKA: Nutritional value of table eggs originating from laying hens kept under different housing systems	20
ANNA STĘPIEŃ, TERESA WITCZAK, MARIUSZ WITCZAK, MIROSŁAW GRZESIK, ŁUKASZ HAMRYSZAK: Properties of fatty acid esters of starch	28
EWELINA STRĄK, MARIA BALCEREK: Malts as source of amylolytic enzymes in enzymatic hydrolysis process of starch	41
BOHDAN ACHREMOWICZ, JOANNA KASZUBA, CZESŁAW PUCHALSKI, RAFAŁ WIŚNIEWSKI: Comparison of physical and sensory properties of cereal flakes of various origin... ..	55
AGNIESZKA FILIPIAK-FLORKIEWICZ, ADAM FLORKIEWICZ: Effect of hydrothermal treatment on content of nutrients and bioactive components in groats and rice.....	64
DOBRAWA KWAŚNIEWSKA, DARIA WIECZOREK: Assessment of antioxidant properties of ciders.....	80
GRAŻYNA JURGIEL-MAŁECKA, ANNA BUCHWAŁ: Profile of chemical composition of currant fruits grown in Western Pomerania region.....	90
MARTA CHMIEL, MIROSŁAW SŁOWIŃSKI: Beef colour evolution during blooming.....	102
ZYGMUNT USYDUS, JOANNA SZLINDER-RICHERT: Effect of pre-treatment on content of PCDD/F + dl-PCB in muscle tissue of atlantic salmon (<i>Salmo salar</i>) and sea trout (<i>Salmo trutta</i>)	113
GRZEGORZ S. KOSTELECKI, BEATA PIÓRECKA, PAWEŁ JAGIELSKI: Status of HACCP system implementation in hospitals in Silesia province	125
EWA CZARNIECKA-SKUBINA, JOANNA TRAFIAŁEK, DOROTA KOCON, MARLENA PIELAK: Use of microwave ovens to prepare food in Polish households.....	140
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation	154
LESŁAW JUSZCZAK: Book reviews.....	157
Creators of the Polish food science: Ph.D. Marian Zięcik (1910 - 1994).....	160
Contemporary Terms: Prof. Jan Kiszka, Dr h.c. 1926 - 2016.....	163
Contemporary Terms: Prof. Ilona Kołodziejaska 1946 - 2016.....	166
The Food Technologist.....	171
Annual contents.....	176
Index of Authors	183
Index of Reviewers.....	185

Only reviewed papers are published

Covered by: Chemical Abstracts Service, IFIS, Scopus, AGRO, BazEkon, Index Copernicus, CrossRef

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

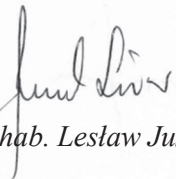
przekazujemy Państwu nr 6 (109) czasopisma *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, w którym zostały zamieszczone artykuły naukowe o zróżnicowanej tematyce, prezentujące wyniki badań z kilku krajowych ośrodków zajmujących się szeroko pojętą nauką o żywności. Zapraszamy również do lektury stałych działów, w których podaliśmy m.in. informacje o terminach i tematyce krajowych oraz międzynarodowych konferencji naukowych w roku 2017.

Jest to ostatni numer w roku 2016, dlatego pragniemy przekazać wyrazy wdzięczności P.T. Recenzentom za opiniotwórczą i społeczną pracę na rzecz naszego czasopisma i podziękować Państwu za wspieranie naszych wysiłków nad doskonaleniem poziomu naukowego publikowanych artykułów. Wykaz recenzentów, którzy opiniowali prace zgłaszane do opublikowania w czasopiśmie *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* zamieściliśmy na stronie internetowej oraz na końcu czasopisma w wersji wydrukowanej.

Zapraszamy Państwa do odwiedzenia strony internetowej Wydawnictwa pod adresem: <http://wydawnictwo.pttz.org>. Przypominamy również o zmianie adresu e-mailowego redakcji i w związku z tym prosimy o kierowanie korespondencji na nowy adres: redakcja@pttz.org. Równocześnie informujemy, że w 2017 roku czasopismo będzie się ukazywało jako kwartalnik.

Kraków, grudzień 2016 r.

Redaktor Naczelny



prof. dr hab. Lesław Juszcak

**Komitet Nauk o Żywności
Polskiej Akademii Nauk**



**Wydział Nauk o Żywności
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu**



UNIWERSYTET
PRZYRODNICZY
WE WROCŁAWIU



Polskie Towarzystwo Technologów Żywności



zapraszają na

**XLIII Sesję Naukową Komitetu Nauk
o Żywności i Żywieniu Polskiej Akademii Nauk
„ŻYWNOSĆ DLA PRZYSZŁOŚCI”**

Adres Komitetu Organizacyjnego

PTTŻ O/Wrocławski
Wydział Nauk o Żywności
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu ul. Chelmońskiego 37, 51-630 Wrocław
tel.: (071) 320 77 72; fax: (071) 320 77 81
e-mail: pan@wnoz.up.wroc.pl
<https://wnoz.up.wroc.pl/pan/>

JOANNA GLAZOWSKA, URSZULA STANKIEWICZ, ROBERT TYLINGO,
AGNIESZKA BARTOSZEK

KWASY NUKLEINOWE W ŻYWNOSCI – WYSTĘPOWANIE I WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE

Streszczenie

W naukach o żywieniu kwasy nukleinowe uznawane były dotychczas za mało istotny składnik żywności. Ich właściwości odżywcze nie są uwzględniane przy formułowaniu zaleceń żywieniowych, mimo że należą do podstawowych składników żywności, zwłaszcza surowej lub nisko przetworzonej. Są one obecne głównie w szybko rosnących komórkach tkanek oraz tych, które zachowały zdolność do wzrostu i regeneracji. W niniejszej pracy przedstawiono dane literaturowe dotyczące zawartości kwasów nukleinowych w poszczególnych wybranych surowcach i produktach żywnościowych wraz z uwzględnieniem stosowanej metody ekstrakcji oraz rodzaju kwasu nukleinowego. Zawartość DNA w wybranych tkankach zwierzęcych może wynosić do 100 mg/g s.m., natomiast zawartość RNA może osiągać do 87 mg/g s.m. produktu. W komórkach kwasy nukleinowe występują głównie w postaci związanej z białkami. Stwierdzono, że nie ulegają one całkowitej degradacji w wyniku zastosowania obróbki kulinarnej, w tym obróbki termicznej. W przeciwieństwie do białek nie ulegają całkowitej denaturacji, a tym samym zachowują one częściowo swoje właściwości strukturalne oraz funkcjonalne. Ze względu na dużą masę cząsteczkową oraz właściwości hydrofilowe makromolekuły kwasów nukleinowych mogą kształtować produkty żywnościowe pod względem strukturalnym, reologicznym i sensorycznym, są zatem istotne z punktu widzenia technologii przetwarzania żywności. W pracy omówiono właściwości reologiczne kwasów nukleinowych jako makromolekuł występujących obok białek i polisacharydów w surowcach oraz produktach żywnościowych.

Słowa kluczowe: kwasy nukleinowe, żywność, właściwości reologiczne, właściwości sensoryczne

Wprowadzenie

Kwasy nukleinowe, czyli DNA i różne klasy RNA, obecne są w każdej żywej komórce zwierzęcej i roślinnej. Stanowią podstawowy nośnik informacji genetycznej,

Mgr inż. J. Glazowska, inż. U. Stankiewicz, dr inż. R. Tybingo, dr hab. inż. A. Bartoszek, prof. nadzw., Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności, Wydz. Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk. Kontakt: glazowska.joanna@gmail.com

powielanej i przekazywanej komórkom potomnym, a także informacji epigenetycznej regulującej funkcjonowanie genomu poprzez wpływ m.in. na strukturę chromatyny. DNA jest przede wszystkim podstawowym źródłem informacji o budowie białek i niekodujących RNA (ncRNA), zapewniających prawidłowe funkcjonowanie komórek i całego organizmu. Zestawienie licznych form kwasów nukleinowych oraz ich funkcji w organizmach eukariotycznych przedstawiono w tab. 1.

W naukach o żywieniu kwasy nukleinowe uznawane były do tej pory za składnik mało istotny, a ich właściwości pomijano. Ta ocena wynikała z szacunków wskazujących, że tylko około 5 % kwasów nukleinowych wykorzystywanych jest ponownie przez organizm do syntezy kwasów nukleinowych. W większości są one trawione w układzie pokarmowym i wchłaniane przede wszystkim w postaci nukleozydów. Obecnie kwasy nukleinowe są przedmiotem zainteresowania, a przemiany jakim ulegają podczas przemysłowej produkcji żywności, obróbki kulinarnej czy trawienia w przewodzie pokarmowym zaczynają być postrzegane jako istotne zarówno dla technologii żywności, jak i nutrigenomiki [9].

Zawartość kwasów nukleinowych w wybranych surowcach i produktach żywnościowych

Zgodnie z obecnymi poglądami, kwasy nukleinowe są obecne w żywności głównie w formie nukleoprotein. Występują przede wszystkim w produktach spożywczych zawierających struktury komórkowe: DNA głównie w jądrach komórkowych, a RNA – w cytoplazmie. Szczególnie bogate w oba rodzaje kwasów nukleinowych są tkanki szybko rosnące lub te, które zachowały potencjał do wzrostu i regeneracji, takie jak: surowe mięso (mięśnie), owoce morza, warzywa strączkowe oraz grzyby. Mniejszą zawartość kwasów nukleinowych wykrywa się w podrobach. Dane te trzeba oceniać ostrożnie, gdyż mało jest doniesień literaturowych na temat zawartości kwasów nukleinowych w żywności. Co więcej, informacje te pochodzą z publikacji dotyczących badań żywności genetycznie zmodyfikowanej lub z artykułów datowanych na początek XXI w. lub starszych. W polskiej literaturze pierwsze wzmianki na wymieniony temat dotyczą obecności kwasów nukleinowych w mleku krowim. Badania te były skoncentrowane na wykrywaniu zapalenia wymienia krów mlecznych właśnie na podstawie zawartości kwasów nukleinowych w ich mleku oraz we krwi [37]. Dane dotyczące określania zawartości kwasów nukleinowych w żywności nie są dostatecznie szczegółowe i można zauważyć, że występują znaczne rozbieżności między źródłami. Jak podają Adjei i wsp. [1], szczególnie bogate w kwasy nukleinowe jest mięso wołowe, wieprzowe, jagnięce, drobiowe oraz wątroby, ekstrakty mięsne i ryby, takie jak makrele oraz sardynki ($1,5 \div 8$ mg/g). Pozostałe ryby oraz owoce morza a także fasola, groch, soczewica i grzyby zawierają średnie ilości kwasów nukleinowych ($0,5 \div 1,5$ mg/g).

Tabela 1. Formy i funkcje kwasów nukleinowych w organizmach eukariotycznych

Table 1. Forms and functions of nucleic acids in eukaryotic organisms

Rodzaj kwasów nukleinowych Type of nucleic acid	Nazwa Name	Skrót Abbreviation	Funkcja Function	Długość Length [pz / bp]	Ref.
DNA występujące w komórce, stanowiące materiał genetyczny DNA present in cell, constituting genetic material	DNA genomowy Genomic DNA	nDNA	Nośnik dziedzicznej informacji genetycznej The inherited genetic information carrier	3 300 551 249	[5]
	DNA mitochondrialny Mitochondrial DNA	mtDNA	Nośnik dziedzicznej informacji genetycznej obecny w mitochondriach The inherited genetic information carrier in mitochondria	16 569	[33]
	DNA chloroplastowy Chloroplast DNA	ctDNA	Nośnik dziedzicznej informacji genetycznej obecny w chloroplastach The inherited genetic information carrier in chloroplasts	120 000 ÷ 170 000	[10]
RNA związane z syntezą białek RNA associated with synthesis of proteins	Informacyjny RNA Messenger RNA	mRNA	Stanowi matrycę w procesie syntezy białek The matrix in protein synthesis	1 400 ± 2 000	[30]
	Rybosomalny RNA Ribosomal RNA	rRNA	Wchodzi w skład rybosomów, w których także pełni funkcje strukturalne i katalityczne podczas translacji Part of the ribosome, where it has structural and catalytic functions during translation	<i>Homo sapiens</i> : Większa podjednostka Large subunit 60S (5S: 121 ¹ ; 5,8S 156 ² ; 28S 5070 ³), Mniejsza podjednostka Small subunit 40S (18S: 1869 ⁴)	[¹ 25; ² 26; ³ 27; ⁴ 28]
	Nukleoproteina rozpoznająca sygnał SRP Signal Recognizing Nucleoprotein	srpRNA	Fragment kompleksu rybonukleoproteinowego pełniącego funkcję w rozpoznawaniu i przekazywaniu sygnałów wewnątrz komórki Ribonucleoprotein complex fragment acting as the recognition and transfer of signals within the cell	7S RNA	[3]
	Transportujący RNA Transfer RNA	tRNA	Bierze udział w translacji dostarczając odpowiednie aminokwasy do rybosomu Participates in translation	76 ÷ 90	[29]

			providing the appropriate amino acids to the ribosome		
RNA biorące udział w potranskrypcyjnych modyfikacjach lub replikacji DNA RNA involved in post-transcriptional modifications or DNA replication	Mały jądrowy RNA Small nuclear RNA	snRNA	Bierze udział w usuwaniu intronów i łączeniu eksonów podczas dojrzewania mRNA Takes part in removing introns and in linking exons during maturation of mRNA	b.d. n.d.	[34]
	Mały jąderkowy RNA Small nucleolar RNA	snoRNA	Potranskrypcyjnie modyfikuje nukleotydy w ncRNA – bierze udział w dojrzewaniu ncRNA Post-transcriptionally modifies ncRNA nucleotides – involved in maturation of ncRNA	b.d. n.d.	[14]
	b.d. n.d.	Y RNA	Bierze udział w replikacji DNA oraz przemianach RNA / Participates in replication of DNA and transformations of RNA	70 ÷ 115	[21]
RNA regulatorowe Regulatory RNA	Antysensowny RNA Anti-sense RNA	aRNA asRNA	Pełni funkcje regulatorowe poprzez tłumienie transkrypcji, degradację nadmiarowego mRNA, stabilizację wykorzystywanego translacyjnie mRNA, a także poprzez blokowanie translacji Plays a regulatory role through suppressing transcription, degradation of excess mRNA, stabilization of translational mRNA, and through blocking translation	35 ÷ 150	[4]
	Długi niekodujący RNA Long non-coding RNA	lnRNA	Pełni funkcje w regulacji transkrypcji genów oraz regulacji epigenetycznej Plays a role in regulating gene expression and in epigenetic regulation	>200	[24]
	MicroRNA	miRNA	Pełni funkcje w regulacji ekspresji genów poprzez blokowanie translacji lub stymulację degradacji mRNA / Plays a role in regulating gene expression through blocking of translation or stimulating mRNA degradation	21 ÷ 24	[17]
	piwiRNA	piRNA	Pełni istotną funkcję	26 ÷ 32	[6]

	Piwi-interacting RNA		w regulacji ekspresji genów podczas rozwoju zarodkowego oraz w spermatogenezie Plays an important role in regulating gene expression during embryonic development and spermatogenesis		
	Mały interferencyjny RNA Small interfering RNA	siRNA	Wiąże specyficzne geny na zasadzie komplementarności Binds specific genes on the basis of complementarity	21 ÷ 26	[23]

Objaśnienie / Explanatory note:

b.d. – brak danych / n.d. – no data

Inne warzywa, w tym ziemniaki, a także owoce i zboża oraz nabiał, w tym jaja, sery i mleko krowie charakteryzują się znacznie niższym poziomem kwasów nukleinowych mierzonym zawartością puryn – do 0,2 mg/g produktu. Najmniej kwasów nukleinowych stwierdzono w tkance sercowej zwierząt rzeźnych [13]. Kwasy nukleinowe występują w formie DNA i RNA, jednak ich ilość wyrażana jest głównie jako zawartość puryn w badanym surowcu, chociaż makromolekuły te zawierają zarówno puryny, jak i pirymidyny. W dietetyce znajomość zawartości puryn służy profilaktyce i leczeniu dny [13]. W starszych publikacjach, np. Imafidon i wsp. [11], wyrażana jest zawartość kwasów nukleinowych, jako stężenie azotu pochodzącego z tych kwasów (ang. *nucleic acid nitrogen*, NAN). W tym przypadku największą zawartość kwasów nukleinowych oznaczono w roślinach liściastych: w sałacie (0,728 mg/g) i w kapuście (0,654 mg/g), natomiast najmniej badanych makromolekuł zawierał nabiał: mleko (0,151 mg/g), ser (0,108 mg/g) i jaja (0,050 mg/g). Znaczne ilości NAN oznaczono również w mięsie. Nie są to jednak, w przeciwieństwie do wcześniej przedstawionych danych, zawartości przeważające w stosunku do pozostałych wymienionych wyżej produktów żywnościowych, szczególnie roślin strączkowych (tab. 2).

Sposób, w jaki w przypadku NAN określono zawartość kwasów nukleinowych w produktach żywnościowych, polegał na spektrofotometrycznym pomiarze po wydzieleniu ich z innych składników matrycy [11]. W celu określenia zawartości NAN w próbkach dokonano denaturacji białek za pomocą zimnego 10-procentowego (m/v) roztworu kwasu trichlorooctowego (TCA). Próbkę następnie odwirowano, utrzymując temp. 0 °C. Powstały osad zdekantowano, a następnie dwukrotnie przepłukano gorącym etanolem w celu pozbycia się zanieczyszczeń absorbujących w zakresie UV $\lambda = 200 \div 300$ nm. W celu zhydrolizowania obecnych w osadzie kwasów

Tabela 2. Zawartość azotu pochodzącego z kwasów nukleinowych (NAN) oraz puryn w wybranych produktach żywnościowych

Table 2. Content of nucleic acid nitrogen (NAN) and purines in selected food products

Produkt żywnościowy Food product		Zawartość NAN NAN content [mg/g]	Zawartość puryn Purines content [mg/g]	Ref.
Kategoria Category	Produkt Product			
Produkty mięsne Meat products	Drób / Chicken	0,558	1,5 ÷ 8,0	[1, 11]
	Wołowina / Beef	0,439	1,5 ÷ 8,0	[1, 11]
	Wieprzowina / Pork	b.d. / n.d.	1,5 ÷ 8,0	[1]
	Jagnięcina / Lamb	b.d. / n.d.	1,5 ÷ 8,0	[1]
	Ryba / Fish	0,347	0,5 ÷ 8,0	[1, 11]
Nabiał i surowe jaja Dairy and raw eggs	Mleko / Milk	0,151	< 0,2	[11]
	Ser / Cheese	0,108	< 0,2	[1, 11]
	Jajo / Egg	0,050	< 0,2	[1, 11]
	Kazeina / Casein	0,130	b.d. / n.d.	[11]
Zboża i rośliny strączkowe Cereals and legumes	Ryż / Rice	0,221	b.d. / n.d.	[11]
	Kukurydza / Corn	0,332	b.d. / n.d.	[11]
	Sorgo / Sorghum	0,423	< 0,2	[1, 11]
	Pszemica / Wheat	0,403	< 0,2	[1, 11]
	Fasola / Bean	b.d. / n.d.	0,5 ÷ 1,5	[1]
	Soczewica / Lentil	b.d. / n.d.	0,5 ÷ 1,5	[1]
	Groszek polny Field pea	0,507	0,5 ÷ 1,5	[1, 11]
Warzywa liściaste Leafy vegetables	Salata / Lettuce	0,728	b.d. / n.d.	[11]
	Kapusta / Cabbage	0,654	b.d. / n.d.	[11]
Korzenie i bulwy Roots and tubers	Marchew / Carrot	0,426	< 0,2	[1, 11]
	Burak / Beetroot	0,551	< 0,2	[1, 11]
	Ziemiak / Potato	0,252	< 0,2	[1, 11]
Owoce Fruits	Jabłko / Apple	0,201	< 0,2	[1, 11]
	Banan / Banana	0,506	< 0,2	[1, 11]
	Pomidor / Tomato	0,278	< 0,2	[1, 11]

Objaśnienie / Explanatory note:

b.d. – brak danych / n.d. – no data

Tabela 3. Zawartość DNA i RNA w wybranych produktach żywnościowych

Table 3. Contents of DNA and RNA in selected food products

Produkt żywnościowy Food product			Zawartość RNA [mg/g s.m.] RNA content [mg/g d.m.]	Zawartość DNA [mg/g s.m.] DNA content [mg/g d.m.]
Kategoria Category	Produkt Product	Część składowa surowca lub sposób przetworzenia Component of raw material or processing method		
Mięso Meat	Cielęcina / Calf	Wątroba / Liver	22,9	17,3
	Wołowina Beef	Wątroba / Liver	22,1	19,5
		Serce / Heart	6,1	5,3
		Śledziona / Spleen	17,9	32,6
		Płuca / Lungs	15,5	32,2
		Trzustka / Pancreas	87,9	16,2
		Węzły chłonne Lymph node	33,0	100,9
	Wieprzowina Pork	Wątroba / Liver	32,1	14,8
		Nerka / Kidney	15,3	17,6
		Serce / Heart	9,4	6,9
		Węzły chłonne Lymph node	26,5	68,5
		Trzustka / Pancreas	71,4	21,2
	Konina / Horse	Mięśnie / Muscles	10,8	9,2
Ryby Fish	Czarniak Saithe	Filet Fillet	2,5	0,6
	Tuńczyk / Tuna		1,7	0,8
	Dorsz / Cod		4,7	0,3
	Pstrąg Trout	Wędzony Smoked	4,7	1,0
	Śledź / Herring	Ikra / Roe	10,8	9,2
Zboża i rośliny strączkowe Cereals and legumes	Żyto / Rye	Ziarno nieprzetworzone Unprocessed grain	1,3	0,7
	Pszenica Wheat		1,1	0,6
	Owies / Oat		3,0	b.d. / n.d.
	Jęczmień Barley		3,2	b.d. / n.d.
	Proso białe White millet		1,5	0,7
	Proso senegalskie Senegal millet		2,3	0,6
	Soczewica Lentil		3,9	0,8

Warzywa Vegetables	Kapusta pekińska Chinese cabbage	Mrożona Frozen	14,6	2,0
	Szpinak Spinach		14,0	2,6
	Natka pietruszki Parsley leaves	Świeża Fresh	8,1	2,7
	Brokuły Broccoli		14,6	2,0
	Kalafior Cauliflower		14,5	2,8
	Ziemniak Potato		1,4	1,0
	Cebula / Onion		2,6	0,7
Owoce Fruits	Awokado Avocado		1,5	0,6
Grzyby Mushrooms	Drożdże / Yeast	Piekarskie / Baking	66,2	6,0
	Borowik / Boletus	Świeży / Fresh	23,1	1,0
		Suszony / Dried	16,0	1,0
	Pieczarka Champignon	Świeża / Fresh	20,5	0,9

Objaśnienia / Explanatory notes:

b.d. – brak danych / n.d. – no data

Źródło: opracowano na podstawie [13] / Source: developed based on [13]

nukleinowych próbkę utrzymywano w temp. 90 °C przez 25 min, w obecności 5 % TCA. Następnie próbki ochłodzono do 0 °C i ponownie wirowano, po czym dokonano pomiaru absorbancji supernatantu tak wydzielonych kwasów nukleinowych w zakresie $\lambda = 220 \div 300$ nm. Analizę ilościową wykonano przy użyciu krzywej kalibracyjnej przygotowanej na podstawie standardowej mieszaniny RNA i DNA [11]. Określenie stężenia azotu pochodzącego z kwasów nukleinowych pozwala jedynie na oszacowanie zawartości tych makromolekuł w żywności. W publikacji nie podano, czy wraz ze strąconymi białkami strącają się również w pewnym stopniu nukleoproteiny. Można jednak przypuszczać, że przy właściwym postępowaniu roztwór TCA pozwala na całkowite oddzielenie białek od kwasów nukleinowych, ponieważ odczynnik ten wykorzystuje się często do izolacji białek związanych z chromatyną [35]. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym analizę kwasów nukleinowych jest tzw. efekt hiperchromowy polegający na wzroście współczynnika absorbancji roztworu kwasów nukleinowych przy $\lambda = 260$ nm na skutek uwalniania nukleotydów w wyniku hydrolizy oraz rozplecenia podwójnej helisy łańcucha polinukleotydowego.

Szacuje się, że w zależności od stadium cyklu komórkowego zawartość RNA w tkankach roślinnych jest w przybliżeniu pięć razy większa niż stężenie DNA. Odnosząc się do dostępnych danych literaturowych, można zauważyć znaczne rozbieżności w ilościach oznaczanych kwasów nukleinowych (tab. 2 i 3). Różnice te mogą wynikać

z zastosowania różnych metod określania zawartości kwasów nukleinowych. Ich zawartość najczęściej przeliczana jest na ilość obecnych w nich puryn lub na azot obecny w zasadach purynowych i pirymidynowych. Całkowitą zawartość RNA w produktach roślinnych szacuje się na 1 mg/g tkanki, z czego ok. 80 % stanowi rRNA, 3 ÷ 5 % – mRNA, 10 ÷ 15 % – tRNA, natomiast pozostałe formy RNA występują w ilości mniejszej niż 5 %. Zawartość niekodujących form RNA o zakresie długości 21 ÷ 24 nukleotydów w ziarnach soi wynosi średnio 0,66 µg/g (w niektórych przypadkach nawet do 1,61 µg/g ziarna). Podobne ilości znajdują się w ziarnach kukurydzy i ryżu. Żywność pochodzenia zwierzęcego jest zwykle bogatsza w kwasy rybonukleinowe. Zawartość RNA jest w tym przypadku, w zależności od rodzaju mięsa i narządu, kilkadziesiąt razy większa. DNA jest makromolekulą o stosunkowo wysokiej stabilności chemicznej i w mniejszym stopniu niż RNA ulega hydrolizie (enzymatycznej i nieenzymatycznej) oraz utlenianiu. Zatem w przetwarzanej oraz długo przechowywanej żywności zawartość RNA może być inna niż w tkankach świeżych [9, 15].

Do tej pory ustalono, że gotowanie konwencjonalne, gotowanie pod zwiększonym ciśnieniem, smażenie w głębokim tłuszczu czy obróbka mikrofalami pozwalają na zachowanie fragmentów DNA surowca roślinnego (w tym przypadku ziemniaka) [36] lub zwierzęcego (mięso wołowe) [2] o wystarczającej jakości oraz ilości umożliwiającej przeprowadzenie amplifikacji tych fragmentów technikami PCR. Dotyczy to zarówno identyfikacji gatunku, jak i amplifikacji fragmentów kodujących charakterystyczne dla danego surowca białka. Zaznaczyć jednak trzeba, że cytowane badania nie miały na celu oznaczenia zawartości kwasów nukleinowych, ale wykorzystanie ich do specyficznej charakterystyki materiału badawczego. Ilość oraz jakość obecnych w żywności kwasów nukleinowych zależy od warunków agrotechnicznych, w jakich dany organizm wzrasta, ale także od sposobu przechowywania i przetworzenia żywności. W wyniku spożywania żywności zanieczyszczonej, np. wirusami, wprowadzana jest do układu pokarmowego pewna ilość wirusowego materiału genetycznego, najczęściej dwuniciowego RNA, a z żywnością fermentowaną duża ilość kwasów nukleinowych pochodzenia mikrobiologicznego [13].

Reologiczne i sensoryczne właściwości kwasów nukleinowych

Żywność jest mieszaniną wielu składników decydujących o jej właściwościach reologicznych. Obecnie uwzględniane w ocenie tych właściwości składniki to w głównej mierze woda, białka, cukry oraz tłuszcze. Ze względu na właściwości fizykochemiczne, takie jak: zdolność wiązania wody, charakter poligonowy, duża lepkość, w szczególności w przypadku wysokocząsteczkowych polimerów DNA, wydaje się, że kwasy nukleinowe mogą mieć wpływ także na cechy reologiczne produktów żywnościowych, w których występują w znacznie większych ilościach.

W tab. 4. przedstawiono właściwości reologiczne składników występujących w żywności i wskazano, które z funkcji mogą być oczekiwane w przypadku obecności w niej kwasów nukleinowych.

Ponadto można podejrzewać, że kwasy nukleinowe będą uczestniczyć w oddziaływaniach zachodzących między białkami, lipidami czy polisacharydami, wpływając na właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne produktów spożywczych. Wiadomo, że niektóre reakcje zachodzące podczas procesów technologicznych, np. w trakcie dojrzewania mięsa i serów, przyczyniają się do uzyskania produktu przydatnego do spożycia o specyficznych właściwościach reologicznych. Dotychczas ani technologiczna ani funkcjonalna rola polinukleotydów w przemyśle spożywczym nie była przedmiotem badań, natomiast w przemyśle kosmetycznym są one uważane za składnik poprawiający elastyczność, nawilżenie oraz regenerację skóry [22].

Wpływ kwasów nukleinowych na właściwości reologiczne i sensoryczne żywności jest pomijany prawdopodobnie także z powodu występowania niewielkich ich ilości nawet w produktach uznawanych za ich bogate źródło. Na przykład mięso wołowe

Tabela 4. Składniki żywności wpływające na właściwości reologiczne

Table 4. Food components that affect rheological properties

Składnik żywności Food component	Występowanie w żywności Occurrence in food	Zawartość Content [%]	Funkcje reologiczne Rheological functions
Białka zwierzęce: aktyna, miozyna, kolagen Animal proteins: actin, myosin, collagen	Mięso organizmów stałocieplnych, mięso ryb, skóra organizmów stało- i zmiennocieplnych Meat of warm- and cold-blooded organisms, fish meat, skin of warm- and cold-blooded organisms	0,4 ÷ 7,0 0,2 ÷ 2,0 14 ÷ 25	Tworzą stabilne żele w szerokim zakresie temperatury. Tworzą stabilne emulsje. Umożliwiają restrukturyzację mięsa i odgrywają rolę w tworzeniu tekstury mięsa. Usieciowany kolagen umożliwia tworzenie nierozpuszczalnych struktur They form stable gels in a wide temperature range. They form stable emulsions. They enable the restructuring of meat and play a role in the formation of the texture of meat. A cross-linked collagen allows the insoluble structures to form.
Białka roślinne: glicynina, konglicynina, gliadyna, glutenina Vegetable proteins: glycine, conglycinin, gliadin, glutenin	Rośliny strączkowe, ziarna zbóż Legumes, whole grains	2 ÷ 37	W obecności jonów wapnia tworzą trwałe żele, podczas zamrażania, strącania w punkcie izoelektrycznym lub ekstruzji tworzą włókna. Białka zbóż nadają wyrabianemu ciastu właściwości lepko-sprężyste In the presence of calcium ions, they form stable gels; during freezing, precipitation at an isoelectric point or during extrusion, they form filaments. Cereal proteins give visco-elastic properties to the dough being formed

Białka mleka i jaj: kazeina, białka serwatkowe, owoalbumina, owotranferyna, owomukoid Milk protein and eggs: casein, whey protein, ovalbumin, owotranferyna, ovomucoid	Mleko Jaja Milk Eggs	2,0 ÷ 4,5 11 ÷ 13	Tworzą stabilne emulsje, żele i stabilną pianę They form stable emulsions, gels, and foam
Tłuszcze Fats	Mięso oraz produkty przetworzone Meat and processed products	5 ÷ 50	Tworzą stabilne emulsje They form stable emulsions
Polisacharydy roślinne: skrobia, celuloza, hemicelulozy, pektyny, żywice roślinne Polysaccharides from plants: starch, cellulose, hemicellulose, pectin, vegetable gum	Owoce i warzywa Fruits and vegetables	3 ÷ 18	Tworzą stabilne struktury, wpływają na kruchość oraz twardość surowców spożywczych They form stable structures, they impact friability and hardness of raw food products
Kwasy nukleinowe: DNA i RNA Nucleic acids: DNA and RNA	Żywność surowa i nisko przetworzona Raw and low-processed food	Do 10 Up to 10	Po uwolnieniu z jąder komórkowych podczas obróbki mechanicznej lub termicznej mogą wpływać na właściwości reologiczne surowców spożywczych, takie jak: lepkość, tworzenie struktury, tworzenie stabilnych żeli After release from the cell nuclei during the machining or heating, they can impact rheological properties of raw food materials, such as viscosity, structure forming, and stable gels forming.

Źródło: opracowano na podstawie [20, 31, 32] / Source: based on [20, 31, 32]

zawiera 64 ÷ 75 % wody, 20 ÷ 22 % białka, 4 ÷ 8 % tłuszczu, ok. 1 % sacharydów i ok. 0,15 ÷ 0,8 % DNA. Mała zawartość kwasów nukleinowych w surowcu niekoniecznie musi jednak świadczyć o ich niewielkim wpływie na właściwości reologiczne produktu. Różne procesy technologiczne mogą doprowadzić do zatężenia DNA w produkcie (np. w procesach dehydratacji czy degradacji ścian komórkowych). Po uwolnieniu DNA z jądra komórkowego będzie to klasyczny wysokocząsteczkowy biopolimer. Można przypuszczać, że ma on zdolność tworzenia układów heterodispersyjnych znacznie zwiększających lepkość produktu nawet przy małej zawartości (często w celu

modyfikacji lepkości stosuje się zawartość polisacharydów w zakresie $0,05 \div 5$ %, przeważnie mniejszą niż 1 %).

Wiadomo, że roztwory wodne zawierające wyizolowany DNA, w wyniku interakcji pomiędzy tym polimerem a cząsteczkami rozpuszczalnika, wykazują właściwości cieczy nienewtonowskich. Lepkość takiego roztworu różni się znacząco od właściwości czystego rozpuszczalnika i zależy głównie od podatności DNA na rozciąganie. W bardziej stężonych roztworach można spodziewać się silniejszych interakcji pomiędzy poszczególnymi cząsteczkami polinukleotydów, co może mieć znaczący wpływ na właściwości otrzymanego izolatu. DNA dodatkowo oddziałuje z innymi makromolekułami, np. białkami, w sposób specyficzny i niespecyficzny. W przypadku niespecyficznych oddziaływań kolejność nukleotydów w łańcuchu nie ma znaczenia. Najlepiej poznanym przykładem tego typu oddziaływań są interakcje DNA z białkami histonowymi, w których wiązanie tworzy się pomiędzy szkieletem cukrowo-fosforowym a grupami funkcyjnymi na powierzchni białka. Te oddziaływania są stosunkowo silne i składają się na nie wiązania wodorowe, oddziaływania jonowe, oddziaływania van der Waalsa oraz hydrofobowe. Tworzenie struktur supramolekularnych białko-DNA wykazuje charakterystyczny poziom hydratacji, a przez to specyficzne właściwości danego materiału, również żywności. W szczególnych warunkach oddziaływania międzycząsteczkowe mogą prowadzić do koacerwacji i silnie oddziałujące biopolimery mogą rozdzielić się z wytworzeniem dwóch faz ciecz-ciecz. Inną, mającą duże znaczenie, właściwością kwasów nukleinowych jest denaturacja DNA pod wpływem temperatury. Proces ten zachodzi w charakterystycznym dla wielkości cząsteczki, wąskim zakresie temperatury i w przypadku dużych makromolekuł mieści się w przedziale $80 \div 100$ °C. Obecność rozpuszczalnika stabilizuje wiązania wodorowe pomiędzy komplementarnymi łańcuchami oraz zwiększa ich temperaturę denaturacji. Jak do tej pory nie określono wpływu denaturacji oraz interakcji kwasów nukleinowych z innymi składnikami na właściwości reologiczne żywności surowej lub po obróbce termicznej. Można przypuszczać, że zaburzenie oddziaływań pomiędzy wodą i innymi składnikami żywności a DNA zachodzące podczas obróbki żywności będzie modyfikować właściwości reologiczne.

Właściwości funkcjonalne deoksyrybonukleotydów i rybonukleotydów stanowiących monomery DNA i RNA są lepiej poznane. Surowce zawierające duże ilości 5'-rybonukleotydów, takich jak guanozyno-5'-monofosforan, uzyskiwane np. z hydrolyzatów drożdżowych, w których zawartość RNA wynosi $3,5 \div 11,0$ % [12, 16, 19], mogą powodować modyfikację właściwości sensorycznych żywności. Rybonukleotydy obok kwasu glutaminowego są traktowane jako substancje odpowiedzialne za wzmacnianie smaku umami w żywności [7, 8, 18]. Intensywność jego odczuwania może być zwiększona nawet kilkakrotnie przez guanozyno-5'-monofosforan dzięki allosterycznym oddziaływaniom z receptorem smaku T1R1/T1R3 [18]. Szczególnie produkty

płynne, takie jak zupy wzbogacone w inozyno-5'-monofosforan, zyskują silniejszy smak umami, czyli produktów „bogaty w białko”.

Żywność jest skomplikowaną matrycą i złożoność interakcji pomiędzy składnikami wpływa bezpośrednio na jej właściwości fizyczne. Dotychczas niewiele wiadomo na temat wpływu takich składników żywności, jak DNA i RNA na kształtowanie jej właściwości reologicznych i sensorycznych.

Podsumowanie

Kwasy nukleinowe obecne są w spożywanej przez ludzi surowej i przetworzonej żywności, szczególnie w warzywach, rybach, owocach morza oraz w mięsie. Zawartość kwasów nukleinowych w żywności może wynosić nawet do 10 % s.m. Ich obecność wykorzystywana jest w badaniach nad zafałszowaniami, jakością żywności oraz w specyficznej charakterystyce żywności. Brak jest obecnie znormalizowanych metod oznaczania zawartości kwasów nukleinowych w żywności. Wykorzystuje się głównie techniki biologii molekularnej. Dane dostępne w literaturze charakteryzują się dużym rozrzutem wyników ze względu na stosowane różne metody izolacji i pośrednie oznaczanie zawartości kwasów nukleinowych w żywności.

Ze względu na swoje właściwości fizykochemiczne kwasy nukleinowe mogą mieć wpływ na właściwości reologiczne produktów żywnościowych, zarówno żywności surowej, jak i przetworzonej. Dotychczas nie przeprowadzono badań mających na celu określenie wpływu kwasów nukleinowych na te właściwości oraz możliwości i stopnia interakcji kwasów nukleinowych z pozostałymi składnikami żywności. Z drugiej strony wiadomo, że obecność kwasów nukleinowych ma wpływ na sensoryczne właściwości spożywanej żywności, głównie poprzez obecność nukleotydu guanozyno-5'-monofosforanu (GMP), który uznawany jest za wzmacniacz smaku umami.

Brakuje też wiedzy na temat obecności i zawartości kwasów nukleinowych w spożywanej żywności. Wydaje się, że nauki genomiczne, wykorzystywane do tej pory jedynie w analizie żywności, szczególnie w ustaleniu jej pochodzenia, mogą stanowić odpowiednie narzędzie w poznaniu tego składnika surowców i produktów żywnościowych.

Podziękowania

Autorzy składają podziękowania panu prof. dr hab. inż. Zdzisławowi E. Sikorskiemu (Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska) za cenne uwagi edytorskie. Publikacja przygotowana została w ramach projektu: VEGFRUT nr 605/L-4/2012 pt. „Wykorzystanie technologii mikrofalowych w przetwórstwie warzyw i owoców w celu uzyskania produktów żywnościowych o wysokiej jakości zdrowotnej” finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, program LIDER.

Literatura

- [1] Adjei A.A., Shigeru Y., Kulkarni A.: Nucleic acids and/or their components: A possible role in immune function. *J. Nutr. Sci. Vitaminol*, 1995, **1** (41), 1-16.
- [2] Arslan A., Ilhak O.I., Calicioglu M.: Effect of method of cooking on identification of heat processed beef using polymerase chain reaction (PCR) technique. *Meat Sci.*, 2006, **2** (72), 326-330.
- [3] Batey R.T., Rambo R.P., Lucast L., Rha B., Doudna J.A.: Crystal structure of the ribonucleoprotein core of the signal recognition particle. *Science*, 2000, **5456** (287), 1232-1239.
- [4] Brantl S.: Antisense-RNA regulation and RNA interference. *Biochim. Biophys. Acta*, 2002, **1-3** (1575), 15-25.
- [5] Brown T.A.: Genomes. Ed. II. BIOS Scientific Publishers, Oxford, UK, 2002.
- [6] Carmi I.: Molecular biology select. *Cell*, 2006, **2** (126), 223-225.
- [7] Carver J.D.: Dietary nucleotides: Effects on the immune and gastrointestinal systems. *Acta. Paediatr. Suppl.*, 1999, **88** (430), 83-88.
- [8] Carver J.D., Walker A.W.: The role of nucleotides in human nutrition. *J. Nutr. Biochem*, 1995, **2** (6), 58-72.
- [9] Gętek M., Czech M., Fizia K., Białek-Dratwa A., Muc-Wierzgoń M., Kokot T., Nowakowska-Zajdel E.: Nutrigenomika – bioaktywne składniki żywności. *Postępy Hig. Med. Dośw.*, 2013, **67**, 255-260.
- [10] Clegg M.T., Gaut B.S., Learn G.H. Jr., Morton B.R.: Rates and patterns of chloroplast DNA evolution. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1994, **91**, 6795-6801.
- [11] Imafidon G.I., Sosulski F.W.: Nucleic acid nitrogen in animal and plant product. *J. Agric. Food Chem.*, 1990, **38**, 118-120.
- [12] Jae-Ho K., Byung-Hoon L., Jong-Soo L.: Production of ribonucleotides by autolysis of *Hansenula anomala* grown on Korean ginseng steaming effluent. *J. Biosci. Bioeng.*, 2002, **3** (93), 318-321.
- [13] Jonas D.A., Elmadfa I., Engel K.H., Heller K.J., Kozianowski G., König A., Müller D., Narbonne J.F., Wackernagel W., Kleiner J.: Safety considerations of DNA in food. *Ann. Nutr. Metab.*, 2001, **6** (45), 235-254.
- [14] Kiss T.: Small nucleolar RNA-guided post-transcriptional modification of cellular RNAs. *EMBO J.*, 2001, **14** (20), 3617-3622.
- [15] Kuligina E.V., Semenov D.V., Shevyrina O.N., Richter V.A.: Ribonucleic acids of human milk. *Nucleos. Nucleot. Nucl.*, 2004, **6-7** (23), 837-842.
- [16] Lee J.S., Hyun K.W., Jeong S.C., Kim J.H., Choi Y.J., Miguez C.B.: Production of ribonucleotides by autolysis of *Pichia anomala* mutant and some physiological activities. *Can. J. Microbiol.*, 2004, **7** (50), 489-492.
- [17] Lin S.-L., Miller J.D., Ying S.-Y.: Intronic microRNA (miRNA). *J. Biomed. Biotechnol.*, 2006, **4**, 1-13.
- [18] Mouritsen O.G., Khandelia H.: Molecular mechanism of the allosteric enhancement of the umami taste sensation. *FEBS J.*, 2012, **17** (279), 3112-3120.
- [19] Olmedo F., Iturbe F., Gomez-Hernández J., López-Munguía A.: Continuous production of 5'-ribonucleotides from yeast RNA by hydrolysis with immobilized 5'-phosphodiesterase and 5'-adenylate deaminase. *World J. Microbiol. Biot.*, 1994, **1** (10), 36-40.
- [20] Norton I.T., Spyropoulos F., Cox P.: Practical Food Rheology: An Interpretive Approach, Wiley-Blackwell Publ. Ltd., Oxford, UK, 2011.
- [21] Perreault J., Perreault J.-P., Boire G.: Ro-associated Y RNAs in metazoans: Evolution and diversification. *Mol. Biol. Evol.*, 2007, **8** (24), 1678-1689.
- [22] Rigano L., Andolfatto C., Rastrelli F.: Antiaging effects of a skin active principle. *Cosmetics Toiletries Magazine*, 2006, **11** (121), 57-64.
- [23] Romani M., Pistillo M.P., Banelli B.: Environmental epigenetics: Crossroad between public health, lifestyle and cancer prevention. *BioMed Res. Int.*, 2015, DOI: 10.1155/2015/587983.
- [24] Sahu A., Singhal U., Chinnaiyan A.M.: Long noncoding RNAs in cancer: From function to translation. *Trends in Cancer*, 2015, **2** (1), 93-109.
- [25] Sekwencja referencyjna ludzkiego rybosomalnego RNA. [on-line]. Dostęp w Internecie [14.03.2016]: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/NR_023379.1

- [26] Sekwencja referencyjna ludzkiego rybosomalnego RNA. [on-line]. Dostęp w Internecie [14.03.2016]: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucore/NR_003285.2
- [27] Sekwencja referencyjna ludzkiego rybosomalnego RNA. [on-line]. Dostęp w Internecie [14.03.2016]: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucore/NR_003287.2
- [28] Sekwencja referencyjna ludzkiego rybosomalnego RNA. [on-line]. Dostęp w Internecie [14.03.2016]: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucore/NR_003286.2
- [29] Sharp S.J., Schaack J., Cooley L., Burke D.J., Soil D.: Structure and transcription of eukaryotic tRNA gene. *Crit. Rev. Biochem.*, 1985, **2** (19), 107-144.
- [30] Sommer S.S., Cohen J.E.: The size distribution of proteins, RNA, a nuclear RNA. *J. Mol. Evol.*, 1980, **15**, 37-57.
- [31] Staroszczyk H., Sikorski Z.E.: *Chemia żywności. T. 1. Główne składniki żywności.* WNT, Warszawa 2015.
- [32] Staroszczyk H., Sikorski Z.E.: *Chemia żywności. T. 2. Biologiczne właściwości składników żywności.* WNT, Warszawa 2015.
- [33] Taylor R.W., Taylor G.A., Durham S.E., Turnbull D.N.: The determination of complete human mitochondrial DNA sequence in single cells: Implications for the study of somatic mitochondrial DNA point mutations. *Nucl. Acids. Res.*, 2001, **15** (29), e74.
- [34] Thore S., Mayer C., Sauter C., Weeks S., Suck D.: Crystal structures of the *Pyrococcus abyssi* Sm. core and its complex with RNA. *J. Biol. Chem.*, 2003, **2** (278), 1239-1247.
- [35] Wang T.U.: The isolation, properties and possible functions of chromatin acidic proteins. *J. Biol. Chem.*, 1967, **6** (242), 1220-1226.
- [36] Van der Colff L., Podivinsky E.: Cooking DNA: The effect of 'domestic' cooking methods on detecting of GM potato. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2008, **12** (43), 2105-2112.
- [37] Zieliński H., Rejewska M., Kostyra H.: Zawartość kwasów nukleinowych w mleku i krwi krów zdrowych i z zapaleniem wymienia. *Roczn. PZH*, 1991, **XLII** (1), 59-63.

NUCLEIC ACIDS IN FOOD: OCCURRENCE AND RHEOLOGICAL PROPERTIES

Summary

In nutrition sciences, hitherto, nucleic acids were considered to be an insignificant food component. Their nutritional properties are not taken into account in formulating dietary guidelines, even though they are one of the basic ingredients of the food, especially of the raw or low-processed food. They are present mainly in rapidly growing tissue cells as well as in those that have retained their ability to grow and regenerate. In this paper, there are presented literature data on the contents of nucleic acids in different raw materials and food products selected, inclusive of the extraction method used and type of nucleic acid applied. The content of DNA in the selected animal tissues can be up to 100 mg / g of d.m. of the product whereas the content of RNA: up to 87 mg / g of d.m. of the product. In cells, nucleic acids are mainly bound to proteins. It was found that they are not completely degraded during cooking or thermal treatment. In contrast to proteins, they are not ultimately denatured and, hence, they retain, partly, their functional and structural characteristics. Owing to their high molecular weight and hydrophilic properties, macromolecules of nucleic acids are able to structurally, rheologically, and sensorily shape food products; thus, they are relevant for the food-processing technology. In the paper, rheological properties were discussed of nucleic acids as macromolecules that occur in raw materials and food products along with proteins and polysaccharides.

Key words: nucleic acids, food, rheological properties, sensory properties 

ŁUKASZ TOMCZYK, TOMASZ SZABLEWSKI,
RENATA CEGIELSKA- RADZIEJEWSKA

WARTOŚĆ ODŻYWCZA JAJ KONSUMPCYJNYCH POZYSKIWANYCH OD KUR NIOSEK UTRZYMYWANYCH W RÓŻNYCH SYSTEMACH

Streszczenie

Jaja należą do najbardziej wartościowych produktów żywnościowych dzięki znacznej zawartości przyswajalnych składników odżywczych o wysokiej strawności. Stanowią one bogate źródło aminokwasów, w tym egzogennych, kwasów tłuszczowych, witamin oraz składników mineralnych. Wzrastająca świadomość konsumentów w zakresie jakości produktów żywnościowych skłoniła do przeprowadzenia wielu badań nad wartością odżywczą jaj pozyskiwanych w różnych systemach utrzymania niosek. Zawartość składników odżywczych w jajach konsumpcyjnych może być modyfikowana m.in. poprzez: wybór systemu utrzymania kur, jakość i rodzaj podawanej paszy oraz dobór odpowiednich ras niosek. Nie ma jednak jednoznacznych danych literaturowych wskazujących, że jaja pozyskane w systemie ekologicznym lub przyzagrodowym są dla konsumenta bardziej wartościowym źródłem składników odżywczych. Możliwości kształtowania wartości odżywczej jaj, w tym zmiany proporcji poszczególnych składników związane są głównie ze sposobem żywienia niosek. Istotna jest jakość paszy i możliwość kontroli pokarmu spożywanego przez kury. W systemach utrzymania z możliwością dostępu do pastwisk nioski mają dostęp do pokarmu niekontrolowanego jakościowo. W wielkotowarowych systemach utrzymania niosek skład podawanej paszy jest optymalny i kontrolowany, co przekłada się na najwyższą jakość i bezpieczeństwo produkowanych jaj. W opracowaniu opisano kształtowanie wartości odżywczej jaj pozyskanych od kur niosek utrzymywanych w różnych systemach.

Słowa kluczowe: jaja konsumpcyjne, wartość odżywcza, system utrzymania kur niosek, kształtowanie wartości odżywczej jaj

Wprowadzenie

Jaja konsumpcyjne zawierają wartościowe składniki odżywcze, takie jak łatwo przyswajalne białko o znacznym udziale aminokwasów egzogennych, nienasycone

Mgr inż. Ł. Tomczyk, dr inż. T. Szablewski, dr hab. R. Cegielska-Radziejewska, Katedra Zarządzania Jakością Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań. Kontakt: tomczyk@up.poznan.pl

kwasy tłuszczowe, witaminy i mikroelementy. Zarówno ze względu na dużą przyswajalność, jak i strawność składników odżywczych, jaja są jednym z najbardziej doskonałych surowców [16]. Ich obecność w diecie jest zalecana i wskazana w celu zapewnienia właściwego sposobu odżywiania. Jaja stanowią często dodatkowy komponent wielu potraw, co ułatwia prawidłowe zbilansowanie diety. Ograniczanie spożycia jaj wynika z obaw konsumentów dotyczących niekorzystnego wpływu obecnego w nich cholesterolu na zdrowie człowieka. Do niedawna środowiska opiniotwórcze potwierdzały niekorzystny wpływ spożywania jaj na zdrowie człowieka wskazując, że poziom cholesterolu w surowicy krwi jest zależny od jego zawartości w diecie [24]. Udowodniono jednak, że istotny wpływ na stężenie cholesterolu we krwi mają inne czynniki, takie jak genetyczne, hormonalne czy etniczne [1].

Wzrost świadomości konsumentów w zakresie produkcji jaj oraz zainteresowanie nabywców zakupem jaj pochodzących od niosek z chowu ekologicznego przyczynił się do przeprowadzenia wielu badań dotyczących jakości jaj pozyskanych w różnych systemach utrzymania niosek. Zawartość składników odżywczych jaj konsumpcyjnych może być modyfikowana m.in. poprzez: wybór systemu utrzymania kur, jakość i rodzaj podawanej paszy oraz dobór odpowiednich ras niosek [6]. Wykazano również istotne zależności pomiędzy zawartością składników odżywczych w jajach a jakością podawanej paszy [21].

Celem pracy było przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat kształtowania się wartości odżywczej jaj pozyskanych w różnych systemach utrzymania kur niosek.

Białka

Białka jaja zawierają odpowiednią proporcję białek egzogennych oraz endogennych. Około 95 % białek jest przyswajane przez człowieka. Największą zawartość białka oznaczono w treści żółtka jaja, jednak, ze względu na dwukrotnie większą masę frakcji białkowej w porównaniu z frakcją żółtka, głównym źródłem białka jaja jest frakcja białkowa [25]. W białku jaja zidentyfikowano 24 różne białka. Najważniejsze z nich to: owoalbumina (54 %), konalbumina (12 %), owomukoid (11 %), owomucyna (3,5 %) oraz lizozym (3,4 %) [2]. Owoalbumina białka jaja ma dobrze zrównoważony skład aminokwasowy, a tym samym może być stosowana jako doskonałe źródło białka w wielu produktach żywnościowych. Niektóre białka mają znaczenie przeciwdrobnoustrojowe polegające na zróżnicowanych mechanizmach działania. Konalbumina wiąże jony żelaza, miedzi oraz glinu. Owomukoid jest głównym inhibitorem proteinaz, głównie trypsyny. Lizozym wykazuje działanie przeciwbakteryjne zwłaszcza wobec bakterii Gram-dodatnich. Wykorzystując odpowiednie techniki, możliwe jest wyizolowanie lizozymu z białka jaja. Otrzymany w ten sposób enzym można stosować jako naturalny środek konserwujący żywność oraz do celów farmakologicznych [17, 32]. Innym ważnym składnikiem białek jaja jest cystatyna, która jest bardzo ważnym inhi-

bitorem proteiny białka jaja (stężenie tylko 0,05 %). Jest to mała cząsteczka ($12,7 \cdot 10^3$ Da) o wysokiej trwałości termicznej [32].

W badaniach jakości jaj uzyskanych od niosek z różnych systemów chowu najwyższą aktywność lizozymu i cystatyny stwierdzono w jajach pochodzących od niosek z chowu klatkowego [32]. Krawczyk i wsp. [18] wykazali, że jaja pozyskane od niosek z chowu wolnowybiegowego zawierają istotnie więcej białka w porównaniu z jajami pozyskanymi z systemu ściółkowego. Kūçükyılmaz i wsp. [19] uzyskali podobne rezultaty, wskazujące na większą zawartość białka w jajach pozyskanych od niosek utrzymanych z dostępem do wolnego wybiegu. Uzyskane dane mogą wynikać z tego, że nioski utrzymywane w systemie wolnowybiegowym mają dostęp nie tylko do pełnowartościowej paszy, ale także do roślin (trawy, pokrzywy, mniszka lekarskiego), owadów żyjących w glebie i na roślinach oraz do bezkręgowców żyjących w glebie, w tym dżdżownic, które stanowią źródło białka.

Tłuszcze żółtka

Tłuszcze jaja charakteryzują się korzystnym stosunkiem kwasów tłuszczowych nienasyconych do nasyconych (2 : 1). Średnia zawartość tłuszczu w jajach wynosi 5,8 g, z czego 2,3 g stanowią jednonienasycone kwasy tłuszczowe. W grupie nasyconych kwasów tłuszczowych przeważają palmitynowy (16:0) i stearynowy (18:0). Jedynie kwas palmitynowy wykazuje działanie hipercholesterolemiczne, a kwas stearynowy definiowany jest jako biologicznie obojętny [25]. Dominujący udział kwasów nienasyconych wynika z obecności kwasu oleinowego (18:1 n-9) oraz stosunkowo dużej zawartości kwasu linolowego (18:2). Należy podkreślić, że jaja są szczególnie bogatym źródłem wielonienasyconego kwasu α -linolenowego (18:3 n-3) i jego pochodnej kwasu dokozaheksaenowego (22:6 n-3), występujących w znacznie mniejszej ilości w innych produktach żywnościowych.

Na skład jakościowy i ilościowy tłuszczów jaja, w tym witamin w nich rozpuszczonych, istotny wpływ ma rodzaj podawanej paszy [8]. Skład kwasów tłuszczowych w treści żółtka uzyskanego od niosek chowanych w zróżnicowanych warunkach utrzymania przedstawiono w tab. 1.

Lopez-Bote i wsp. [21] porównali system klatkowy z innymi sposobami utrzymania niosek i stwierdzili, że w jajach stosunek kwasów z rodzin n-6 i n-3 był przesunięty niekorzystnie na rzecz kwasu linolowego (n-6). Z kolei dostęp kur niosek do pastwisk przełożył się na wyższy udział w treści jaja kwasu α -linolenowego, gdyż zawartość tego kwasu w sumie kwasów tłuszczowych trawy wynosiła 53,4 %. Utrzymanie kur niosek w systemie klatkowym przyczynia się do większego udziału w jajach kwasu palmitooleinowego (C16:1), a warunki chowu ekologicznego wpływają na większy udział kwasu linolowego (C18:2) oraz arachidonowego (C20:4). Warunki chowu eko-

logicznego przełożyły się również na wyższy udział w jajach kwasu stearynowego (C18:0) oraz palmitynowego (C16:0) [7, 11, 17, 26].

Tabela 1. Zawartość kwasów tłuszczowych [%] w żółtku jaja zależnie od systemu utrzymania kur niosek
Table 1. Content of fatty acids [%] in egg yolk depending on housing system where laying hens are kept

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Samman. i wsp. [26]	Cherian i wsp. [7]		Hidalgo i wsp. [11]		Hidalgo i wsp. [11]		Lopez-Bote. i wsp. [21]		
	System utrzymania / Housing System									
	Klatkowy Cage	Ekologiczny Ecological	Klatkowy Cage	Ekologiczny Ecological	Ściółkowy Litter	Ekologiczny Ecological	Klatkowy Cage	Wolnowybiegowy Free-range	Klatkowy Cage	Wolnowybiegowy Free-range
C16:0	25,1	25,5	25,6	25,6	26,3	25,7	25	25,4	24,04	27
C16:1 (n-7)	3,23	3,03	3,8	3,7	2,95	2,77	2,63	2,94	2,27	2,65
C18:0	8,37	8,77	9,2	9	8,11	9,83	8,11	8,22	13,11	14,05
C18:1 (n-9)	46,7	46,0	43,7	43,5	34,8	33,1	34	36,5	35,98	36,91
C18:2 (n-6)	13,1	13,1	14,8	15,2	18,1	18,6	20,1	17	18,7	12
C18:3 (n-3)	0,51	0,50	-	-	0,75	0,82	0,91	0,7	0,39	0,99
C20:4 (n-6)	1,83	1,88	2,2	2,3	2,2	2,47	2,19	2,2	2,11	2,01
C22:6 (n-3)	0,85	0,84	0,7	0,6	0,91	1,04	1,08	0,99	0,62	1,57

Witaminy

Jajo stanowi źródło wielu cennych witamin, za wyjątkiem witaminy C. Szczególnie bogate jest w witaminy rozpuszczalne w tłuszczach, takie jak: A, D i E. Ponadto występują w nim witaminy z grupy B, kwas pantotenowy, niacyna, kwas foliowy i biotylna [27]. Matt i wsp. [22] stwierdzili większy udział witaminy D₃ w jajach pozyskanych od niosek utrzymywanych w systemie konwencjonalnym w porównaniu z jajami pochodzącymi od kur z systemu ekologicznego. Wyniki tych badań wskazują, że promieniowanie UVB zwiększa zawartości witaminy D w jajach znacznie silniej niż rodzaj paszy. Wykazano również wpływ systemu chowu niosek na zawartość w jajach witaminy E, będącej jednym z najbardziej skutecznych przeciwutleniaczy. Zawartość tej witaminy w jajach różni się zależnie od podawanej formy chemicznej. Najczęściej występujące kongomery to: α - tokoferol, β - tokoferol, γ - tokoferol. Analiza zawartości

α -tokoferolu w jajach pozyskanych od niosek z chowu wolnowybiegowego wykazała o 24 % wyższy udział tej formy witaminy w porównaniu z jajami pochodzącymi od niosek z systemu klatkowego [21]. Matt i wsp. [22] wykazali także większą zawartość β -tokoferolu w jajach uzyskanych od niosek z systemu ekologicznego w porównaniu z jajami niosek z systemu klatkowego.

Karetonoidy

Ważnym wyróżnikiem jakości handlowej jaj jest barwa żółtka. Intensywność barwy związana jest przede wszystkim z zawartością karotenoidów. Żółtko jaja zawiera ok. 1 % karetonoidów, które nadają żółtku bardziej lub mniej wyrazistą żółto-pomarańczową barwę [28]. Konsumenci preferują zazwyczaj żółtka o intensywnej barwie, co można uzyskać, dodając do mieszanek paszowych substancje syntetyczne, takie jak: β -karoten, pochodne kwasu apokarotenowego, kantaksantynę lub naturalne nośniki substancji barwnych [14]. W ekologicznym chowie kur niosek taki efekt osiąga się, podając mieszanki paszowe bazujące na kukurydzy. Karotenoidy odgrywają istotną rolę w żywieniu człowieka. Ważną funkcję w prawidłowym funkcjonowaniu wzroku spełniają luteina i zeaksantyna. Zawartość karetonoidów w przypadku większości jaj pozyskanych od niosek utrzymywanych w systemie konwencjonalnym jest suplementowana poprzez dodatek pszenicy, soi oraz jęczmieniu [5]. Większą zawartość karetonoidów (o ok. 47 %) w badaniach [13] odnotowano w jajach pozyskanych od niosek utrzymywanych w systemie wolnowybiegowym. Schlatterer i Breithaupt [28] porównali zawartość luteiny oraz zeaksantyny w jajach od kur niosek utrzymywanych w systemie ekologicznym, wolnowybiegowym, ściółkowym oraz klatkowym. Stwierdzili, że zawartość luteiny oraz zeaksantyny była odpowiednio: o 76,75 i 61,01 % większa w systemie ekologicznym niż w klatkowym. Kaźmierska i wsp. [14] oznaczyli średnio o 50 % większą zawartość luteiny w jajach pochodzących od kur z chowu wolnowybiegowego w porównaniu z jajami uzyskanymi z chowu ściółkowego i klatkowego. Wskazuje się jednak, że największe znaczenie dla zawartości luteiny ma poziom karotenoidów w diecie niosek [30].

Składniki mineralne

Treść jaja jest szczególnie bogata w sód, fosfor, chlor, potas, siarkę, wapń, mangan i żelazo. W śladowych ilościach występują takie pierwiastki, jak: cynk, fluor, brom, jod, miedź, mangan, arsen, bor, bar, chrom, glin, krzem, lit, molibden, ołów, rubid, selen, stront, kobalt, tytan, uran, wanad oraz srebro [4, 10]. Konsumpcja jaj pokrywa ok. 10 % dziennego zapotrzebowania na wiele z tych składników [9]. Giannenas i wsp. [10] poddali analizie zawartość wybranych pierwiastków w treści jaj pozyskanych w systemie konwencjonalnym, ekologicznym oraz przyzagrodowym. Zawartość Se, Zn, Mn, Co oraz Cu w jajach pochodzących od niosek utrzymywanych w systemie

przyzagrodowym była mniejsza niż w jajach pozyskanych od kur z systemu ekologicznego i konwencjonalnego. Największą zawartość Cr oznaczono w jajach pochodzących od niosek z systemu wolnowybiegowego. W przypadku jaj uzyskanych od niosek utrzymywanych w systemie wolnowybiegowym i ekologicznym większa zawartość metali ciężkich związana jest prawdopodobnie z możliwością dostępu kur do środowiska zewnętrznego, w którym skład spożywanej paszy nie jest dostatecznie kontrolowany przez hodowców [8].

Zawartość składników mineralnych w jajach pochodzących od niosek z różnych systemów utrzymania analizowano również w badaniach Kiczorowskiej i wsp. [15]. Niezależnie od system chowu w białku jaj oznaczono podobny poziom magnezu i fosforu. Stwierdzono, że jaja pochodzące od kur utrzymywanych w systemie ekologicznym charakteryzowały się największą zawartością K (23 %), Na (11 %) i Ca (32 %). W badaniach Kiczorowskiej i wsp. [15] analizie poddano również zawartość mikroelementów. Największą zawartość Zn, Se i Mn stwierdzono w białku jaj pochodzących od niosek z chowu ekologicznego, a najwięcej Fe i Cu wykazano w białku jaj niosek utrzymywanych w systemie konwencjonalnym.

Podsumowanie

Jaja to jeden z najbardziej wartościowych produktów żywnościowych zawierających niezbędne do życia składniki. Stanowią one najlepsze źródło aminokwasów, w tym egzogennych, kwasów tłuszczowych, witamin oraz składników mineralnych. Należy podkreślić dużą dostępność i przyswajalność cennych składników znajdujących się w jajach. Nie ma jednoznacznych danych wskazujących na to, że jaja od niosek utrzymywanych w systemach chowu innych niż klatkowy lub ściółkowy są dla konsumenta bardziej wartościowym źródłem składników odżywczych. Możliwości kształtowania wartości odżywczej jaj, w tym zmiany proporcji poszczególnych składników związane są głównie ze sposobem żywienia niosek. Istotna jest jakość paszy i możliwość kontroli pokarmu spożywanego przez kury. W systemach utrzymania z możliwością dostępu do pastwisk nioski mają dostęp do pokarmu niekontrolowanego jakościowo. Wynikiem tego jest możliwość odkładania się metali ciężkich w treści jaj. W systemach wielkotowarowych skład podawanej paszy jest optymalny i kontrolowany, co przekłada się na najwyższą jakość i bezpieczeństwo produkowanych jaj. Wykazany wyższy udział karotenoidów, witamin oraz białek w systemach z dostępem do pastwisk może być wzbogacony poprzez pokarm znajdujący się powszechnie na pastwiskach.

Literatura

- [1] Abeyrathne E.D.N.S., Lee H.Y., Ahn D.U.: Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents – A review. *Poultry Sci.*, 2013, **92**, 3292-3299.
- [2] American Heart Association Nutrition Committee: Diet and lifestyle recommendations revision 2006: A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*, 2006, **114** (1), 82-96.
- [3] Anderson K.E.: Comparison of fatty acid, cholesterol, and vitamin A and E composition in eggs from hens housed in conventional cage and range production facilities. *Poultry Sci.*, 2011, **90**, 1600-1608.
- [4] Bouvarel I., Nys Y., Panheleux M., Lescoat P.: How diet influences the quality of eggs. *Inra Prod. Anim.*, 2010, **23** (2), 167-182.
- [5] Brulc L., Simonovska B., Vovk I., Glavnik V.: Determination of egg yolk xanthophylls by isocratic high-performance liquid chromatography. *J. Chromatography A*, 2013, **1318**, 134-141.
- [6] Castellini C., Perella F., Mugnai C., Dal Bosco A.: Welfare, productivity and qualitative traits of egg in laying hens reared under different rearing systems. XII European Poultry Conference, Verona, Italy, pp. 592-598.
- [7] Cherian G., Holsonbake T.B., Goeger M.P.: Fatty acid composition and egg components of specialty eggs. *Poultry Sci.*, 2002, **81** (1), 30-33.
- [8] Dobrzański Z., Chojnacka K., Górecka H., Chojnacki A., Wiśniewski J.: Jaja drobiu wodnego jako indyktor skażenia środowiska wiejskiego. *Acta Agrophysica*, 2003, **3** (1), 395-401.
- [9] Fernandez M.L., Andersen C.J.: Eggs: Composition and health effects. In: *Encyclopedia of Food and Health*. Eds. B. Caballero, P.M. Finglas, F. Toldrá, Academic Press, Oxford, UK, 2016, pp. 470-475.
- [10] Giannenas I., Nisianakis P., Gavriil A., Kontopidis G., Kyriazakis I.: Trace mineral content of conventional, organic and courtyard eggs analysed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). *Food Chem.*, 2009, **114**, 706-711.
- [11] Hidalgo A., Rossi M., Clerici F., Ratti S.: A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chem.*, 2008, **106**, 1031-1038.
- [12] Jarosz M., Rychlik E.: Characteristics and role of nutrition standards. Standards of nutrition for the Polish population – An amendment. *Wyd. IŻŻ, Warszawa* 2012, ss. 1423-1439.
- [13] Karadas F., Wood N.A.R., Surai P.F., Sparks N.H.C.: Tissue-specific distribution of carotenoids and vitamin E in tissues of newly hatched chicks from various avian species. *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.*, 2005, **140**, 506-511.
- [14] Kaźmierska M., Kosmowski B., Jarosz B., Ligor M., Trziszka T.: Wpływ zróżnicowanego systemu chowu kur na zawartość luteiny w jajach. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, **5** (78), 75-84.
- [15] Kiczorowska B., Samolińska W., Kwiecień M., Winiarska-Mieczan A., Rusinek-Prystupa E., Al-Yasiry A.R.M.: Nutritional value and the content of minerals in eggs produced in large-scale, courtyard and organic systems. *J. Elementology*, 2015, **20** (4), 887-895.
- [16] Kijowski J., Leśnierowski G., Cegielska-Radziejewska R.: Jaja cennym źródłem składników bioaktywnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **5** (90), 29-41.
- [17] Kijowski J., Leśnierowski G.: Separation, polymer formation and antibacterial activity of lysozyme. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1999, **8/49** (3), 3-16.
- [18] Krawczyk J., Gornowicz E.: Quality of eggs from hens kept in two different free-range systems in comparison with a barn system. *Archiv für Geflügelkunde*, 2010, **74** (3), 151-157.
- [19] Küçükylmaz K., Bozkurt M., Nur Herken E., Çınar M., Uğur Çatlı A., Bintaş E., Çöven F.: Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer hen genotype. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 2012, **25** (4), 559-568.
- [20] Kühn J., Schutkowski A., Kluge H., Hirche F., Stangl G.I.: Free-range farming: A natural alternative to produce vitamin D-enriched eggs. *Nutrition*, 2014, **30**, 481-484.

- [21] Lopez-Bote C.J., Sanz Arias R., Rey A.I., Castaño A., Isabel B., Thos J.: Effect of free-range feeding on n-3 fatty acid and α -tocopherol content and oxidative stability of eggs. *Animal Feed Sci. Technol.*, 1998, **1-2 (72)**, 33-40.
- [22] Matt D., Veromann E., Luik A.: Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agronomy Research*, 2009, **7 (Special issue II)**, 662-667.
- [23] Mc Namara D.J.: Eggs: A world of possibilities. *World Poultry*, 2010, **26 (7)**, 36-37.
- [24] Mc Namara D.J.: The impact of egg limitations on coronary heart disease risk: Do the numbers add up. *J. Am. Coll. Nutr.*, 2000, **19 (5)**, 5405-5485.
- [25] Pisulewski P.: Warość odżywcza jaj kurzych oraz współczesne metody jej kształtowania. W: *Jajczarstwo*. Red. T. Trziszka. Wyd. AR we Wrocławiu, Wrocław 2000, ss. 189-212.
- [26] Samman S., Kung F.P., Carter L.M., Foster M.J., Ahmad Z.I., Phuyal J.L., Petocz P.: Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs. *Food Chem.*, 2009, **116**, 911-914.
- [27] Schiavone A., Barroeta A.C.: Egg enrichment with vitamins and trace minerals. In: *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products*. Vol. 2: *Egg Safety and Nutritional Quality*. Eds. F. van Immerseel, Y. Nys, M. Bain. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK, 2011, pp. 289-320.
- [28] Schlatterer J., Breithaupt D.E.: Xanthophylls in commercial egg yolks: Quantification and identification by HPLC and LC-(APCI)MS using a C30 Phase. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, **54**, 2267-2273.
- [29] Sokołowicz Z., Krawczyk J., Herbut E.: Jakość jaj z chowu ekologicznego w pierwszym i drugim roku użytkowania niosek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, **4 (83)**, 185-194.
- [30] Surai P.F., Speake B.K., Sparks N.H.C.: Carotenoids in avian nutrition and embryonic development. 1. Absorption, availability and levels in plasma and egg yolk. *J. Poultry Sci.*, 2001, **38**, 1-27.
- [31] Trziszka T., Dobrzański Z., Skiba T., Kopeć W.: Effects of breeding and housing systems of layers on egg quality and the activity of cystatin and lysozyme. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **57**, 583-586.

NUTRITIONAL VALUE OF TABLE EGGS ORIGINATING FROM LAYING HENS KEPT UNDER DIFFERENT HOUSING SYSTEMS

S u m m a r y

Eggs belong to the most valuable food products owing to a high content of assimilable, well digestible nutrients. They constitute a rich source of amino acids, including exogenous fatty acids, vitamins, and mineral compounds. The growing consumer awareness of food products quality prompted scientists to conduct many research studies on the nutritional value of eggs derived from laying hens kept under different housing systems. The content of nutrients in eggs can be modified by, among other things: selecting a housing system for hens, quality and type of feed, and choosing appropriate hen breeds. There are no clear data in the reference literature to show that the eggs produced under an ecological system or the eggs from hens living in backyards (free-range system) are a more valuable source of nutrients for the consumer. The options to form the nutritional value of eggs, inclusive of changing proportions of the individual components are linked, mainly, with a method of feeding laying hens. The quality of feed is significant as is the possibility to control feedstuff eaten by hens. In the housing systems with access to pastures, hens have access to food of uncontrolled quality. As for industrial housing systems for laying hens, the composition of feed is optimal and controlled, which is reflected in the highest quality and safety of the eggs produced. In the paper, the process is described of forming nutritional value of eggs derived from laying hens kept under different housing systems.

Key words: table eggs, nutritional value, housing system for laying hens, forming nutritional value of eggs ☒

ANNA STĘPIEŃ, TERESA WITCZAK, MARIUSZ WITCZAK, MIROSŁAW GRZESIK, ŁUKASZ HAMRYSZAK

WŁAŚCIWOŚCI SKROBIOWYCH ESTRÓW KWASÓW TŁUSZCZOWYCH

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było omówienie wpływu podstawienia skrobi resztami kwasów alifatycznych jedno- i dwukarboksylowych na podstawowe właściwości skrobi, istotne w technologii żywności. Poddano dyskusji wpływ stopnia podstawienia oraz długości łańcucha reszty kwasowej na właściwości uzyskiwanych preparatów. Omówiono wpływ modyfikacji skrobi na jej rozpuszczalność w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych, wodochłonność i odporność termiczną w postaci nieprzetworzonej (proszek), jak również na lepkość, aktywność powierzchniową, odporność termiczną, podatność na działanie enzymów i zdolność do tworzenia powłok (zawiesina, kleik lub żel). Przedyskutowano ponadto możliwość zastosowania estrów skrobi w przemyśle spożywczym i pokrewnych. Na podstawie literatury wykazano, że przyłączenie do cząsteczki skrobi reszty kwasu tłuszczowego skutkuje powstaniem związku o charakterze amfifilowym, co pozwala znacząco zwiększyć spektrum wykorzystania polimeru w różnych dziedzinach przemysłu. Z punktu widzenia technologii żywności nowe zastosowanie estrów skrobi i kwasów tłuszczowych jako stabilizatorów i zagęstników związane jest głównie ze zwiększoną lepkością ich roztworów, zmienioną wodochłonnością oraz rozpuszczalnością. Ze względu na amfifilowy charakter estry mogą być również stosowane jako emulgatory oraz nośniki w mikrokapsułkach. Plastyfikujący efekt przyłączonych kwasów zwiększa stabilność termiczną i wpływa na poprawę właściwości mechanicznych skrobi modyfikowanej, co sprawia, że może ona pełnić funkcję biodegradowalnej powłoki opakowaniowej.

Słowa kluczowe: estry skrobi, kwasy tłuszczowe, skrobia modyfikowana, nowe zastosowania skrobi

Wprowadzenie

Skrobia, jako odnawialny i powszechnie dostępny surowiec, znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym. Ze względu na zdolność do wiązania wody

Mgr inż. A. Stępień, dr inż. T. Witczak, dr hab. inż. M. Witczak, prof. dr hab. inż. M. Grzesik, Katedra Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, mgr inż. Ł. Hamryszak, Instytut Inżynierii Chemicznej PAN, Bałtycka 5, 441-100 Gliwice. Kontakt: a.stepien@ur.krakow.pl

i tworzenia żeli natywna forma biopolimeru stosowana jest głównie jako zagęstnik w koncentratkach i produktach typu instant [19]. Nowoczesne technologie produkcji uwzględniające szereg operacji mechanicznych, takich jak dynamiczne mieszanie i przepompowywanie, znacznie ograniczają możliwość bezpośredniego stosowania skrobi naturalnych, głównie ze względu na niską stabilność reologiczną i termiczną kleików i żeli [32]. Pożądane cechy funkcjonalne i użytkowe zwiększające zakres wykorzystania polimeru w przemyśle spożywczym mogą być w znacznym stopniu kształtowane w wyniku działania czynników fizycznych, chemicznych i enzymatycznych. Obróbka fizyczna polega na wykorzystaniu efektów termicznych, podwyższonego ciśnienia, oddziaływań mechanicznych, hydrotermicznych, ultradźwięków oraz napromieniowania. Skrobie natywne poddane działaniu powyższych czynników traktowane są jako środki spożywcze i nie są zaliczane do dodatków do żywności, w przeciwieństwie do skrobi modyfikowanych chemicznie oznaczonych symbolami E1400 - E1451 [19].

Modyfikacje skrobi umożliwia jej specyficzna budowa chemiczna, dzięki której biopolimer wykazuje pod względem reaktywności właściwości alkoholi, aldehydów i eterów. Ziarna skrobiowe składają się z dwóch frakcji glukozydowych homopolimerów: rozgałęzionej amylopektyny i prostych łańcuchów amylozy. Kolejne pierścienie glukozy połączone są ze sobą wiązaniami α -1,4-glikozydowymi, a w przypadku rozgałęzionej amylopektyny występują dodatkowo wiązania α -1,6-glikozydowe. W każdej jednostce monomeru znajdują się 2 lub 3 wolne grupy hydroksylowe mogące ulegać utlenieniu, eteryfikacji lub estryfikacji [10].

Jedną z powszechnie stosowanych metod modyfikacji skrobi, mającej na celu poprawę jej właściwości funkcjonalnych, jest estryfikacja kwasami organicznymi. W przemyśle spożywczym wykorzystywana jest m.in. skrobia acetylowana (E1420), syntetyzowana z zastosowaniem bezwodnika kwasu octowego w środowisku alkalicznym. Finalny produkt charakteryzuje się obniżoną temperaturą kleikowania oraz wysoką stabilnością reologiczną w niskich temperaturach, przez co znajduje zastosowanie w żywności mrożonej [33]. Wraz ze wzrostem długości łańcucha acylogo kwasu organicznego zmniejsza się jego powinowactwo do wody. Kwasy tłuszczowe zawierające powyżej 12 atomów węgla w cząsteczce są całkowicie hydrofobowe. Przyłączenie ich do wolnej grupy hydroksylowej w skrobi skutkuje powstaniem związków o unikalnych właściwościach fizykochemicznych, mechanicznych i termicznych. Ponadto estry skrobi i kwasów tłuszczowych wykazują działanie powierzchniowo czynne ze względu na amfifilowy charakter, przez co zaliczane są do naturalnych surfaktantów niejonowych [6, 28, 36].

Zmiany właściwości skrobi w wyniku estryfikacji

Ze względu na zróżnicowanie surowca różnego pochodzenia botanicznego oraz duży wybór metod prowadzenia estryfikacji, finalne właściwości skrobi modyfikowanych kształtowane są już na etapie planowania procesu modyfikacji [32]. W przypadku stosowania substratów o odmiennej rozpuszczalności: hydrofilowych polisacharydów i hydrofobowych kwasów tłuszczowych, kluczowy wpływ na efektywność reakcji ma dobór odpowiedniego medium. Powszechnie stosowane rozpuszczalniki organiczne, takie jak pirydyna [11], dimetylosulfotlenek [30] czy dimetyloformamid [26] umożliwiają uzyskanie relatywnie wysokiego stopnia podstawienia skrobi, jednak ze względu na działanie toksyczne nie mogą być stosowane w przemyśle spożywczym. Ponadto reakcje katalizowane chemicznie przebiegają w sposób niekontrolowany, co utrudnia uzyskanie standaryzowanego produktu. Alternatywnymi, przyjaznymi środowisku rozwiązaniami są m.in. reakcja z udziałem enzymów [24, 30, 35], reakcja prowadzona w cieczach jonowych [4] lub w dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym [21].

Niezależnie od zastosowanej metody modyfikacji w trakcie estryfikacji kwasami tłuszczowymi skrobia traci czysto hydrofilowy charakter i w postaci rozpuszczonej zaczyna wykazywać aktywność powierzchniowo czynną, co wpływa jednocześnie na jej rozpuszczalność w wodzie, lepkość sporządzonych kleików i wodochłonność. Plastyfikujące działanie reszt kwasów tłuszczowych zmienia również charakterystykę termiczną i wytrzymałość mechaniczną biopolimeru, który dzięki temu wykazuje zdolność do tworzenia wytrzymałych powłok. Intensywność zmian powyższych właściwości w wyniku podstawienia skrobi natywnej wyższymi kwasami wynika głównie ze stopnia podstawienia i długości łańcuchów acylowych przyłączonych do polimeru [8, 11, 20].

Stopień podstawienia

Jako stopień podstawienia (DS) pochodnych skrobiowych rozumiana jest liczba podstawników przyłączonych do grup hydroksylowych przypadająca na jednostkę glukopiranozową. Teoretyczna, maksymalna wartość tego parametru wynosi 3, jednak otrzymanie takiego wyniku w praktyce jest trudne do osiągnięcia. W przypadku estrów skrobiowych stopień podstawienia wpływa na większość cech fizykochemicznych. Liczba powstałych wiązań estrowych zależna jest od wyboru metody oraz parametrów prowadzenia reakcji. Dotychczasowe badania potwierdzają, że możliwe jest otrzymanie skrobi całkowicie zestryfikowanej kwasami tłuszczowymi na drodze syntezy chemicznej [20]. Wykorzystanie katalizatorów enzymatycznych umożliwiło natomiast, jak do tej pory, uzyskanie maksymalnej wartości DS 2,86 [13]. Efektywność estryfikacji zależna jest również od długości łańcucha przyłączanego kwasu tłuszczowego. Wykazano, że użycie reagentów zawierających do 13 atomów węgla w cząsteczce nie wy-

wołuje istotnych różnic pod względem wartości DS, podczas gdy zastosowanie kwasów o dłuższym łańcuchu acylowym wywoływało sukcesywne zmniejszanie stopnia podstawienia. Obniżenie efektywności reakcji wywołują oddziaływania steryczne, nasilające się wraz ze wzrastającą liczbą atomów węgla w cząsteczce kwasu [2].

Rozpuszczalność

Skrobia natywna nie jest rozpuszczalna w zimnej wodzie, natomiast w cieplej ulega kleikowaniu, co związane jest z utratą struktury semikrystalicznej. Wprowadzenie nowych grup funkcyjnych do łańcucha polisacharydu skutkuje zmianą charakteru związku, co obejmuje również różnice w powinowactwie do wody. Na rozpuszczalność estrów skrobiowych wpływa wiele czynników, m.in. stopień podstawienia i degradacji pierwotnej struktury granul oraz charakter i temperatura rozpuszczalnika. Rozpuszczalność warunkuje przede wszystkim rodzaj użytego kwasu tłuszczowego, gdyż wraz ze zwiększającą się długością łańcucha acylowego wzrasta jego hydrofobowość. Estry kwasów tłuszczowych i skrobi są nierozpuszczalne w wodzie nawet przy niskich wartościach DS, natomiast wykazują rozpuszczalność w cieczach organicznych, takich jak chloroform czy toluen bez względu na wartość DS, co warunkuje ich potencjalne wykorzystanie jako absorbentów olejów paliwowych w przypadku wycieków [8]. Badania z zastosowaniem całkowicie rozpuszczalnych pochodnych skrobiowych (maltodekstryn) potwierdzają, że nawet niewielki udział reszt kwasów tłuszczowych w łańcuchu polisacharydowym wywołuje utratę hydrofilowego charakteru polimeru. Udomrati i Gohtani [30] udowodnili ok. 20-procentowe zmniejszenie rozpuszczalności w wodzie maltodekstryn zestryfikowanych kwasami tłuszczowymi na poziomie DS poniżej 0,1. Podobne wnioski przedstawili Shorgen i wsp. [27], którzy w ramach analizy stearynianu maltodekstryny odnotowali ponad 95-procentowe zmniejszenie rozpuszczalności w wodzie przy DS 0,069 oraz całkowity jej zanik przy wyższym stopniu podstawienia. Wykazano, że poza rodzajem przyłączonego kwasu oraz stopniem substytucji na rozpuszczalność estrów polisacharydowych wpływa także sposób ich syntezy z wykorzystaniem różnych substratów. Analiza dwóch prób stearynianu skrobi o zbliżonym DS wykazała, że związek uzyskany na drodze syntezy z użyciem kwasu stearynowego był w pełni rozpuszczalny w DMSO, podczas gdy ester uzyskany w wyniku reakcji polimeru ze stearynianem winylu nie wykazywał takich właściwości [4].

Zdolność do wiązania wody

Zdolność wiązania wody przez skrobie natywne stanowi jeden z głównych parametrów określających jej wartość użytkową w przemyśle spożywczym. Wielkość ta zależy od jej pochodzenia botanicznego i jest ściśle skorelowana z ilością frakcji lipidowych zawartych w granulach, które utrudniają ich pęcznienie [37]. Wprowadzenie

do łańcucha skrobiowego reszt kwasów tłuszczowych powoduje wzrost jego hydrofobowości i zmniejsza zdolności absorpcyjne polisacharydu. Uwarunkowane jest to zablokowaniem grup hydroksylowych poprzez wiązania estrowe, co uniemożliwia tworzenie wiązań wodorowych z wodą [24, 26] oraz skutkuje utratą ziarnistej struktury polimeru [16]. Dowiedziono, że estry o stopniu podstawienia wyższym niż 1,5 wykazują utratę właściwości hydrofilowych [1]. Zanik higroskopijności sprawia, że mogą one mieć zastosowanie w przypadkach, kiedy absorpcja wody jest niewskazana, jak np. w produkcji powłok opakowaniowych [25].

Lepkość

Udowodniono, że nawet mały stopień estryfikacji łańcucha polisacharydowego kwasami tłuszczowymi wpływa na znaczny wzrost lepkości roztworów pochodnych skrobiowych [23], co można tłumaczyć nabytą hydrofobowością estrów, która warunkuje utratę zdolności żelowania skrobi modyfikowanej [25]. Może to mieć również związek z rosnącym oporem molekuł przeciwko płynięciu wraz ze wzrostem masy cząsteczkowej [14]. Wzrost lepkości roztworów estrów skrobiowych, w porównaniu z formą natywną, umożliwia wykorzystanie formy zmodyfikowanej jako zagęstnika [13]. Dowiedziono, że lepkość roztworów zawierających estry skrobiowe o pH 6,5 ÷ 8,5 utrzymuje się na stałym poziomie przez minimum 3 dni. Brak zmienności właściwości reologicznych skrobi modyfikowanej w tak długim czasie można uznać za zadowalający, co potwierdza możliwość jej przemysłowego zastosowania jako substancji zagęszczającej. Preferowany stopień podstawienia polisacharydów pełniących funkcje strukturotwórcze powinien wynosić w granicach 0,003 ÷ 0,005, natomiast pochodne o niższych wartościach DS mogą być stosowane jako surfaktanty i emulgatory [23]. Określenie temperatury, przy której występuje maksimum lepkości roztworów estrów skrobiowych w trakcie ogrzewania jest szczególnie istotne ze względu na potencjalne zastosowanie tych związków jako substancji zagęszczających. W badaniach przeprowadzonych przez Boruckowską i wsp. [5] maksymalną, dwukrotnie wyższą niż w przypadku skrobi natywnej, lepkość 2-procentowego roztworu oleinianu skrobiowego odnotowano w temperaturze 47 °C.

Stabilność termiczna

Temperatura przemiany szklistej (T_g), charakterystyczna dla danego rodzaju materiału, stanowi istotny parametr pozwalający na prognozowanie jego stabilności w określonych warunkach. Znajomość T_g jest szczególnie istotna w przypadku żywności, gdyż pozwala ona na określenie właściwych warunków jej przechowywania. Według literatury sucha skrobia natywna ulega przemianie szklistej w zakresie temperatur 151 ÷ 243 °C, przy czym poza wilgotnością istotne jest również pochodzenie botaniczne oraz wzajemny stosunek poszczególnych jej frakcji [22]. Polisacharydy

o większym udziale amylozy charakteryzują się niższymi wartościami T_g . Podstawienie grup hydroksylowych skrobi długołańcuchowymi kwasami organicznymi powoduje rozerwanie części wiązań wodorowych, co prowadzi do zakłócenia jej struktury krystalicznej i przejścia w amorficzną formę termoplastyczną. Powoduje to, że estry skrobiowe kwasów tłuszczowych wykazują właściwości termiczne zbliżone do polimerów plastyfikowanych, a tym samym charakteryzują się znacznie obniżoną wartością T_g w porównaniu z materiałem wyjściowym. W przypadku estryfikacji skrobi kukurydzianej kwasem oleinowym, przy uzyskanym DS równym 2,86 stwierdzono zmniejszenie wartości T_g z 86,8 °C do 61 °C [13]. Alburto i wsp. [2] przeprowadzili analizę termiczną estrów skrobi oraz długołańcuchowych kwasów organicznych i wykazali obniżenie wartości T_g nawet do -42 °C, przy czym różnice badanych wielkości były większe w przypadku kwasów o większej liczbie atomów węgla w cząsteczce. Stwierdzono również występowanie dwóch przejść fazowych, pochodzących według autorów odpowiednio od estrów amylozy i amylopektyny. Porównanie octanów skrobiowych i estrów wyższych kwasów organicznych dowodzi, że zmniejszenie wartości T_g jest większe w przypadku stosowania długołańcuchowych związków [11]. Temperatura przemiany szklistej estrów zależna jest również od wartości DS. W analizie termicznej oktanonianów skrobi o DS równych 1,8 i 2,7 wykazano, że ester o wyższym stopniu podstawienia charakteryzuje się niższą o 28 °C temperaturą zeszklenia. Zmniejszanie T_g w miarę zwiększania się przyłączonych grup kwasowych może być związane ze wzrastającą objętością cząstek skrobi [25]. W porównaniu ze skrobią natywną, obniżenie temperatur przemian fazowych estrów świadczy o zaniku formy krystalicznej w wyniku przyłączania grup kwasowych [15]. Potwierdzają to również niskie wartości entalpii krystalizacji i topnienia w przypadku estrów o wysokim stopniu podstawienia [21].

Ze względu na to, że degradacja termiczna skrobi polega w dużej mierze na dehydratacji, tj. oderwaniu wolnych grup hydroksylowych od łańcucha, estry skrobiowe kwasów tłuszczowych wykazują większą termostabilność niż niezmodyfikowane biopolimery. Tak jak w przypadku temperatury zeszklenia, na odporność cieplną estrów skrobiowych większy wpływ ma stopień podstawienia niż rodzaj przyłączonego łańcucha. Większą trwałością termiczną charakteryzują się związki o wyższych wartościach DS, co jest związane z zablokowaniem przez reszty kwasowe grup hydroksylowych ulegających degradacji [26]. Na odporność na zmiany temperatury ma również wpływ środowisko syntezy estru. Alburto i wsp. [2] dowiedli, że oktanonian skrobiowy otrzymany w wyniku syntezy bezrozpuszczalnikowej ulega degradacji w temperaturze o 50 °C niższej niż analogiczny związek pochodzący z estryfikacji w środowisku zasadowym. Właściwości termoplastyczne uzyskane w wyniku podstawienia co najmniej połowy grup hydroksylowych skrobi resztami kwasów tłuszczowych umożliwiają jej zastosowanie w klejach termotopliwych i papiernictwie. Otrzymany natomiast przez

Lieberta i wsp. [20], w środowisku imidazolu, palmitynian skrobi dzięki zdolności do tworzenia w pełni przezroczystych powłok może być stosowany jako laminat szkła, ceramiki i tworzyw metalowych.

Aktywność powierzchniowa i mikrokapsułkowanie

Obecność zarówno grup hydrofilowych, jak i hydrofobowych w cząsteczce tłuszczowych estrów skrobiowych nadaje omawianym związkom właściwości charakterystyczne dla surfaktantów. Ferrer i wsp. [9] uważają, że cechą cukrów złożonych warunkującą ich zastosowanie jako polimerowych związków powierzchniowo czynnych jest to, że są one mniej rozpuszczalne w wodzie niż mono- i disacharydy. Parametrem pozwalającym na ocenę zdolności powierzchniowo czynnych jest krytyczne stężenie micelizacji (CMC), które definiowane jest jako graniczna zawartość surfaktantu w roztworze, powyżej której dodatek tenzydu nie wpływa na obniżenie napięcia międzyfazowego, a jedynie indukuje tworzenie się agregatów. Efektywne surfaktanty cechuje niska wartość CMC. Dowiedziono, że estry kwasów tłuszczowych i trisacharydów charakteryzują się niższymi wartościami CMC, a tym samym skuteczniej obniżają napięcie powierzchniowe niż estry monocukrów. Na właściwości powierzchniowo czynne tych związków wpływa także długość łańcucha acylowego podstawnika, gdyż jak udowodniono, wraz ze wzrostem liczby atomów węgla obniża się wartość CMC [9]. Udomamatari i Gohtani [30] dowiedli, że zdolnościami obniżającymi napięcie międzyfazowe charakteryzują się także estry kwasów tłuszczowych i polisacharydów – maltodekstryn średnioskuczonych. Analizy reologiczne wskazujące na wzrost lepkości pozornej roztworów gotowych związków w porównaniu z wejściowym surowcem pozwalają na rozpatrywanie otrzymanych estrów jako potencjalnych zagęstników. Natomiast ich zdolność obniżania napięcia międzyfazowego o 10 ÷ 14 % świadczy o możliwości ich zastosowania jako emulgatorów w układach typu O/W.

Mikrokapsułkowanie jest techniką szeroko stosowaną w technologii żywności, polegającą na zamknięciu danej substancji w otoczce, co pozwala na jej kontrolowane uwalnianie w określonych warunkach. Proces ten rozwiązuje problem braku kompatybilności pomiędzy substancjami aktywnymi a podłożem spożywczym, przedłużając tym samym trwałość związków niestabilnych, takich jak barwniki, aromaty czy witaminy. Pozwala też na wzbogacenie produktu w substancje nierozpuszczalne w danym środowisku. Ze względów ekonomicznych preferowaną techniką kapsułkowania jest suszenie rozpyłowe. Polega ono na zemulgowaniu związku aktywnego w roztworze substancji powlekającej oraz szybkim odparowaniu wody w komorze suszarki rozpyłowej, co powoduje utworzenie się otoczki wokół kapsułkowanego rdzenia. Powszechnie stosowanym i uniwersalnym nośnikiem w procesie suszenia rozpyłowego jest guma arabska. Ograniczona dostępność oraz wysoka cena tego surowca spowodowały jednak konieczność poszukiwań jego zamienników, którymi, jak wykazują badania,

mogą być skrobie modyfikowane, w tym estry kwasów tłuszczowych. Amfifilowy charakter tych związków warunkuje przydatność w procesie kapsułkowania substancji hydrofobowych. Varavinit i wsp. [31] dowiedli, że stearynian skrobi charakteryzuje się wyższą efektywnością kapsułkowania olejku cytrynowego niż guma arabska. Stwierdzono również, że wydajność kapsułkowania zależy od stopnia podstawienia polisacharydu i wzrasta wraz z liczbą przyłączonych reszt kwasowych. Doborem warunków estryfikacji prowadzącej do uzyskania nośników skrobiowych o odpowiednich właściwościach emulgujących zajmowali się Kshirgar i Singal [18]. W wyniku badań uzyskali oni oleinian skrobi o stopniu podstawienia 0,019, charakteryzujący się zdolnością tworzenia emulsji porównywalną z gumą arabską. Potwierdzono również właściwości emulgujące palmitynianu skrobi [35]. Amfifilowy charakter estrów skrobi i kwasów tłuszczowych sprawia, że mogą być one stosowane w systemach kontrolowanego uwalniania farmaceutyków i innych substancji bioaktywnych, jako selektywne odczynniki flotacyjne metali, sorbenty oraz zamienniki tłuszczu [17].

Zdolność tworzenia filmów i właściwości mechaniczne

W skład większości produkowanych obecnie materiałów opakowaniowych wchodzi polimery, będące pochodnymi przerobu ropy naftowej. Cechują się one pożądanymi właściwościami mechanicznymi i dobrą trwałością, przez co jednak nie ulegają rozkładowi w środowisku naturalnym. Ze względu na problemy techniczne i ekonomiczne z recyklingiem opakowań pochodzenia petrochemicznego, obecne badania koncentrują się na opracowaniu metod pozwalających na wytworzenie w pełni biodegradowalnych tworzyw z surowców naturalnych. Wśród biopolimerów materiałem najczęściej wykorzystywanym do modyfikacji z uwagi na produkcję powłok opakowaniowych jest skrobia. Wymagania stawiane nowoczesnym opakowaniom dotyczą głównie wytrzymałości mechanicznej, barierowości oraz odporności termicznej. Bezpośrednie zastosowanie skrobi natywnej jako surowca opakowaniowego ograniczone jest przez szereg jej właściwości fizykochemicznych, takich jak niska odporność na wilgoć, brak kompatybilności z polimerami hydrofobowymi oraz wysoka kruchość tworzonych przez nią powłok. Estryfikacja za pomocą kwasów tłuszczowych skutkująca uzyskaniem produktów o stopniu podstawienia powyżej 1,5 pozwala na nadanie filmom skrobi cech charakterystycznych dla materiałów termoplastycznych [26]. Dowiedziono, że podstawienie skrobi kwasami tłuszczowymi, pełniącymi funkcję wewnętrznego plastyfikatora, umożliwia otrzymanie elastycznych filmów [1]. Właściwości mechaniczne otrzymanych tworzyw zależą od stopnia podstawienia zastosowanych estrów oraz sposobu ich otrzymywania. Metoda wytwarzania powłok polimerowych, sprawdzona w warunkach laboratoryjnych, polega na odparowaniu rozpuszczalnika z roztworu estrów, rozprowadzonego w postaci cienkiej warstwy na płaskiej powierzchni [7]. Aburto i wsp. [1] twierdzą, że zdolność do tworzenia filmów przez estry

skrobiowe nie zależy od rodzaju zastosowanego kwasu tłuszczowego. Z kolei Fang i wsp. [7], na podstawie badań nad zastosowaniem pozostałości porafinacyjnych oleju w estryfikacji skrobi, stwierdzili korzystny wpływ podwójnych wiązań na właściwości termoplastyczne wyrobu. Według autorów pracy odpowiednimi surowcami do produkcji elastycznych filmów są związki polimerowe nienasyconych kwasów tłuszczowych: oleinowego i linolowego. Znaczenie użytego do estryfikacji kwasu potwierdzono podczas prób otrzymania elastycznych filmów z 10-procentowych roztworów laurynianu, palmitynianu i stearynianu skrobiowego o podobnym stopniu podstawienia. Na podstawie wspomnianych badań wykazano brak zdolności tworzenia powłok jedynie w przypadku estrów zawierających podstawniki o najdłuższych łańcuchach acylowych [34]. Folie wytworzone wyłącznie na bazie estrów skrobiowych charakteryzują się odpornością mechaniczną niewystarczającą do zastosowania na skalę przemysłową. W celu nadania pożądanych cech opakowaniom na bazie skrobi istnieje możliwość łączenia ich z syntetycznymi polimerami. Pozwala to na znaczną poprawę cech fizycznych otrzymanych kompozytów. Krótki czas biodegradacji frakcji skrobiowej powoduje jednocześnie przyspieszenie rozkładu całości tworzywa poprzez zwiększenie powierzchni kontaktu z atmosferą syntetycznego polimeru. Hydrofobowe reszty kwasów tłuszczowych podstawione w miejsce grup hydroksylowych skrobi pozwalają na zwiększenie sił adhezji międzypowierzchniowej, umożliwiając tym samym zastosowanie znacznie większego udziału polisacharydu w tworzywie niż w przypadku kompozytów ze skrobią natywną, w których dodatek ten wynosi maksymalnie 9 % [3]. Tak jak w przypadku powłok z samych estrów, Thieband i wsp. [29] odnotowali poprawę właściwości użytkowych materiałów termoplastycznych na bazie skrobi modyfikowanej i polietylenu wraz ze wzrostem długości łańcuchów alifatycznych i stopnia podstawienia skrobi. Stwierdzono również satysfakcjonujące zachowanie cech powłok przy 20-procentowym maksymalnym dodatku estrów skrobiowych. Poza sektorem materiałów opakowaniowych tworzywa na bazie estrów skrobiowych i polimerów syntetycznych mogą znaleźć zastosowanie w przemyśle biomedycznym jako wypełniacze ubytków chrzęstnych i kostnych [12].

Podatność na działanie enzymów amylolitycznych

Istotną cechą skrobi natywnej wykorzystywaną zarówno w produkcji hydrolizatów (maltodekstryny), jak i w browarnictwie, jest jej podatność na hydrolizę enzymatyczną. Natomiast w przypadku estrów skrobiowych testowanych pod względem zastosowania w przemyśle opakowaniowym podatność na działanie enzymów traktowana jest jako wyróżnik informujący o zdolności do biodegradacji danego tworzywa. Podstawienie wolnych grup hydroksylowych łańcuchami alifatycznymi zmienia strukturę chemiczną związku, co skutkuje zmniejszeniem strawności. Rajan i wsp. [25] wykazali średnio 18-procentowe zmniejszenie podatności skleikowanej skrobi manioku na dzia-

łanie α -amylazy w wyniku jej estryfikacji kwasem palmitynowym. Zmniejszenie strawności biopolimeru tłumaczono zanikiem tendencji do kleikowania, wywołanym obecnością hydrofobowych łańcuchów tłuszczowych, co pozwoliło na zabezpieczenie wiązań α -1,4-glikozydowych pomiędzy poszczególnymi jednostkami glukozowymi. Zupełnie inne wnioski przedstawili Kapuśniak i Siemion [16], którzy odnotowali większą strawność ziaren oleinianów skrobiowych niż biopolimeru natywnego, co według autorów pracy może być spowodowane zanieczyszczeniami metanolowymi powstałymi na etapie strącania estrów. Analiza oleinianów potwierdziła jednak, że odporność na hydrolizę enzymatyczną w przypadku skrobiowych estrów kwasów tłuszczowych ma ścisły związek ze stopniem podstawienia. Rajan i wsp. [26] stwierdzili ponad dziesięciokrotny wzrost odporności na działanie α -amylazy estryfikowanej skrobi po kleikowaniu wraz z 70-procentowym wzrostem udziału grup alifatycznych w łańcuchu polisacharydowym. Wpływ wielkości gałeczek skrobiowych na stopień scukrzenia oleinianu skrobiowego uzyskany w wyniku działania α -amylazy i glukoamylazy został zbadany przez Boruczkowską i wsp. [6]. Zauważono, że wraz ze wzrostem masy cząsteczki polisacharydu estry stają się bardziej odporne na działanie amylaz. Podatność na działanie enzymów amylolitycznych jest cechą pożądaną w przypadku estrów skrobiowych, produkowanych jako materiał opakowaniowy. Surowiec łatwo rozkładany przez amylazy szybko ulega degradacji i nie obciąża środowiska. Natomiast estry skrobiowe kwasów tłuszczowych wykazujące oporność na działanie hydrolityczne enzymów amylolitycznych mogą być zastosowane jako składniki dodatkowe żywności, np. bazy do produkcji gum do żucia [26]. Biodegradowalność powłok wytworzonych na bazie estrów skrobi i kwasów tłuszczowych zależy od wartości DS oraz długości łańcucha acylowego. Wysoki stopień podstawienia długołańcuchowymi kwasami tłuszczowymi powoduje wydłużenie czasu rozkładu filmów [1].

Podsumowanie

Przyłączenie do cząsteczki skrobi reszty kwasu tłuszczowego skutkuje powstaniem związku o charakterze amfifilowym, co pozwala znacząco zwiększyć spektrum wykorzystania polimeru w różnych dziedzinach przemysłu. Finalne właściwości estrów zależne są m.in. od stopnia podstawienia skrobi, długości przyłączonego łańcucha acylowego oraz metody syntezy. Z punktu widzenia technologii żywności nowe zastosowanie estrów skrobi i kwasów tłuszczowych jako stabilizatorów i zagęstników związane są głównie ze zwiększoną lepkością jej roztworów, zmienioną wodochłonnością oraz rozpuszczalnością. Ze względu na amfifilowy charakter estry mogą być również wykorzystywane jako emulgatory oraz nośniki w mikrokapsułkach. Plastyfikujący efekt przyłączonych kwasów zwiększa stabilność termiczną i wpływa na poprawę właściwości mechanicznych modyfikowanej skrobi, co sprawia, że może ona pełnić funkcję biodegradowalnej powłoki opakowaniowej. Poza branżą spożywczą estry skrobi

i kwasów tłuszczowych mogą znaleźć zastosowanie z przemyśle farmaceutycznym, biomedycznym oraz kosmetycznym.

Badania zostały sfinansowane z dotacji przyznanej przez MNiSW na działalność statutową

Literatura

- [1] Aburto J., Alric I., Thiebaud S., Borredon E., Bikiaris D., Prinos J.: Synthesis, characterization, and biodegradability of fatty-acid esters of amylose and starch. *J. Appl. Polym. Sci.*, 1999, **74**, 1440-1451.
- [2] Aburto J., Hamaili H., Mouysset-Baziard G., Senosq F., Alric I., Borredon E.: Free-solvent synthesis and properties of higher fatty esters of starch. Part 2. *Starch/Stärke*, 1999, **51 (8-9)**, 302-307.
- [3] Bikiaris D., Aburto J., Alric I., Borredon E., Botev M., Betchev C.: Mechanical properties and biodegradability of LDPE blends with fatty-acid esters of amylose and starch. *J. Appl. Polym. Sci.*, 1999, **71**, 1089-1100.
- [4] Biswas M., Shorgen R.L., Willett J.L.: Ionic liquid as a solvent and catalyst for acylation of maltodextrin. *Ind. Crop. Prod.*, 2009, **30 (1)**, 172-175.
- [5] Boruczowska H., Boruczowski T., Leszczyński W., Tomaszewska-Ciosk E., Miedzianka J., Drożdż W., Regiec P.: The obtaining of starch- and oleic acid-based ester and its properties. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, **4 (83)**, 98-107.
- [6] Boruczowska H., Leszczyński W., Boruczowski T., Ratajczyk F., Tomaszewska-Ciosk E., Zdybel E., Drożdż W., Stencel P.: Wybrane właściwości estrów frakcjonowanej skrobi ziemniaczanej i kwasu oleinowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2010, **557**, 383-395.
- [7] Fang J., Fowler P., Tomkinson J., Hill C.: A investigation of the use of recovered vegetable oil for the preparation of starch thermoplastics. *Carbohydr. Polym.*, 2002, **50**, 429-434.
- [8] Fang J., Fowler P., Tomkinson J., Hill C.: The preparation and characterization of a series of chemically modified potato starches. *Carbohydr. Polym.*, 2002, **47**, 245-252.
- [9] Ferrer M.C., Plou F., Cruces M., Fuentes G., Parra J., Ballesteros J.: Comparative surface activities of di- and trisaccharide fatty acid esters. *Langmuir*, 2002, **18 (3)**, 667-673.
- [10] Fortuna T., Rożnowski J.: Skrobie modyfikowane chemicznie, ich właściwości i zastosowanie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **2 (31)**, 16-29.
- [11] Fringant C., Rinaudo M., Foray M., Bardet M.: Preparation of mixed esters of starch or use of an external plasticizer: Two different ways to change the properties of starch acetate films. *Carbohydr. Polym.*, 1998, **35**, 97-106.
- [12] Gomes M., Ribeiro A., Malafaya P., Resis R., Cunha A.: A new approach based on injection moulding to produce biodegradable starch-based polymeric scaffolds: Morphology, mechanical and degradation behaviour. *Biomaterials*, 2001, **22 (9)**, 883-889.
- [13] Horchani H., Chaabouni M., Gargouri Y., Sayari A.: Solvent-free lipase-catalyzed synthesis of long-chain starch esters using microwave heating: Optimization by response surface methodology. *Carbohydr. Polym.*, 2010, **79**, 466-474.
- [14] Ibanoglu E.: Rheological behaviour of whey protein stabilized emulsions in the presence of gum arabic. *J. Food Eng.*, 2002, **109**, 373-377.
- [15] Junistia L., Sugih A.K., Manurung R., Picchioni F., Janssen L., Heeres H.: Experimental and modeling studies on the synthesis and properties of higher fatty esters of corn starch. *Starch/Stärke*, 2009, **61**, 69-80.
- [16] Kapusniak J., Siemion P.: Thermal reactions of starch with long-chain unsaturated fatty acids. Part 2: Linoleic acid. *J. Food Eng.*, 2007, **78**, 323-332.
- [17] Kapusniak J.: Thermal reaction of starch with long-chain unsaturated fatty acids. Part 1. Oleic acid. 12th International Starch Convention: "Starch: progress in structural studies, modifications and applications", Cracow-Moscow, 2004, pp. 449-464.

- [18] Kshirsagar A., Singhal R.: Optimization of starch oleate derivatives from native corn and hydrolyzed corn starch by response surface methodology. *Carbohydr. Polym.*, 2007, **69**, 455-461.
- [19] Leszczyński W.: Zastosowanie skrobi modyfikowanych w przemyśle spożywczym. *Przeg. Piek. Cuk.*, 2006, **5 (54)**, 54-56.
- [20] Liebert T., Nagel M.C.V., Jordan T., Heft A., Grunler B., Heinze T.: Pure, transparent-melting starch esters: Synthesis and characterization. *Macromol. Rapid Comm.*, 2011, **32**, 1312-1318.
- [21] Muljana H., Knoop S., Keijzer D., Picchioni F.: Synthesis of fatty acid starch esters in supercritical carbon dioxide. *Carbohydr. Polym.*, 2010, **82**, 346-354.
- [22] Pałacha Z., Sitkiewicz J.: Temperatura przemiany szklistej – parametr stabilności żywności. *Przem. Spoż.*, 2008, **62 (9)**, 32-37.
- [23] Qiao L., Qu-Ming G., Cheng H.: Enzyme catalyzed synthesis of hydrophobically modified starch. *Carbohydr. Polym.*, 2006, **66 (1)**, 135-140.
- [24] Rajan A., Abraham E.: Enzymatic modification of cassava starch by bacterial lipase. *Bioproc. Biosyst. Eng.*, 2006, **29**, 65-71.
- [25] Rajan A., Prasad V., Abraham E.: Enzymatic esterification of starch using recovered coconut oil. *Int. J. Biol. Macromol.*, 2006, **39**, 265-272.
- [26] Rajan A., Sudha J., Abraham E.: Enzymatic modification of cassava starch by fungal lipase. *Ind. Crop. Prod.*, 2008, **27**, 50-59.
- [27] Shorgen R., Biswas A., Willett J.: Preparation and physical properties of maltodextrin stearates of low to high degree of substitution. *Starch/Starke*, 2010, **62**, 333-340.
- [28] Stępień A., Witczak T., Witczak M., Grzesik M.: Metody syntezy estrów skrobi i kwasów tłuszczowych. *Przem. Chem.*, 2015, **11 (94)**, 2010-2015.
- [29] Thiebaud S., Aburto J., Alric I., Borredon E., Bikiaris D., Prinos J.: Properties of fatty-acid esters of starch and their blends with LDPE. *J. App. Polym.*, 1997, **65 (4)**, 705-721.
- [30] Udomrati S., Gohtani S.: Enzymatic esterification of tapioca maltodextrin fatty acid ester. *Carbohydr. Polym.*, 2014, **99**, 379-384.
- [31] Varavinit S., Chaokasem N., Shobsngob S.: Studies of flavor encapsulation by agents produced from modified sago and tapioca starches. *Starch/Starke*, 2001, **53 (6)**, 281-287.
- [32] Walkowski A., Lewandowicz G.: Skrobie modyfikowane, właściwości technologiczne i zakres stosowania. *Przem. Spoż.*, 2004, **5**, 49-51.
- [33] Walkowski A., Olesienkiewicz A.: Kryteria doboru skrobi modyfikowanych w przetwórstwie żywności. *Przem. Spoż.*, 2005, **59 (8)**, 54-57.
- [34] Winkler H., Vorweg W., Wetzel H.: Synthesis and properties of fatty acid starch esters. *Carbohydr. Polym.*, 2013, **98**, 208-216.
- [35] Xin J., Wang Y., Liu T., Lin K., Chang L., Xia C.: Biosynthesis of corn starch palmitate by lipase Novozym 435. *Int. J. Mol. Sci.*, 2012, **13**, 7226-7236.
- [36] Yan Y., Bornscheuer U., Cao L., Schmid R.: Lipase-catalyzed solid-phase synthesis of sugar fatty acid esters. Removal of by products by azeotropic distillation. *Enzyme Microb. Tech.*, 1999, **25**, 725-728.
- [37] Zhou M., Robards K., Glennie-Holmes M., Helliwell S.: Structure and pasting properties of oat starch. *Cereal Chem.*, 1998, **75**, 273-281.

PROPERTIES OF FATTY ACID ESTERS OF STARCH

S u m m a r y

The objective of the research study was to discuss the effect of substituting starch with residues of monocarboxylic or dicarboxylic aliphatic acids on the basic starch properties appearing significant in food technology. The effect was discussed of the degree of substitution and of the chain length of acid residue on the properties of the preparations produced as were the effects of starch modification on starch solubility in water and organic solvents, on the water absorption and thermal resistance of unprocessed starch

(powder) as well as on the viscosity, surface activity, thermal stability, susceptibility to enzyme action, and the ability to form a coating (suspension, gruel or gel). Moreover, potential uses were presented of starch esters in the food and food-related industries. Based on the reference literature review, it was confirmed that linking a fatty acid residue to a starch particle resulted in the formation of an amphiphilic-like compound and made it possible to significantly increase the range of polymer applications in various industrial branches. From the point of view of food technology, the new use of starch esters and fatty acids as stabilisers and thickeners is associated, mainly, with a higher viscosity of their solutions, the changed water absorption and solubility. Because of their amphiphilic character, the esters can be also used as emulsifiers and coating agents in microcapsules. The plasticization effect of the linked fatty acid increases the thermal stability and improves mechanical properties of modified starch; thus, the modified starch can play a role of a biodegradable packaging film.

Key words: starch esters, fatty acids, modified starch, new use of starch ☒

EWELINA STRĄK, MARIA BALCEREK

SŁODY JAKO ŹRÓDŁO ENZYMÓW AMYLOLITYCZNYCH W PROCESIE ENZYMATYCZNEJ HYDROLIZY SKROBI

Streszczenie

Celem pracy było określenie: efektywności scukrzania skrobi zbożowej z wykorzystaniem słodów jako źródła amylaz oraz wydajności fermentacji alkoholowej z zastosowaniem drożdży rasy Ethanol Red. Zaciery gorzelnicze przygotowano metodą bezciśnieniowego uwalniania skrobi (BUS) z ziarna żyta niesłodowanego odmiany Dańkowskie Diament z 30-procentowym udziałem słodów – pszenicznego, żytniego i jęczmiennego. Dla porównania przeprowadzono fermentacje zacierów z żyta niesłodowanego, przygotowanych metodą BUS z zastosowaniem preparatów enzymatycznych pochodzenia mikrobiologicznego.

Na podstawie wyników badań stwierdzono, że enzymy słodowe umożliwiły uzyskanie zacierów słodkich o zawartości ekstraktu i cukrów ogółem zbliżonych do zacierów sporządzonych metodą BUS z udziałem α -amylazy i glukoamylazy, obecnych w preparatach komercyjnych. Zaciery żytnie przygotowane z udziałem słodów pszenicznego i jęczmiennego odznaczały się wyższym stopniem scukrzania w porównaniu z próbami przygotowanymi wyłącznie z surowca niesłodowanego, jak i z udziałem siodu żytniego. Największą wydajność biosyntezy etanolu ($83,6 \pm 91,95$ % wydajności teoretycznej) stwierdzono w zacierach żytnich scukrzanych słodem pszenicznym.

Słowa kluczowe: słody, α -amylaza, β -amylaza, glukoamylaza, bezciśnieniowe uwalnianie skrobi (BUS), fermentacja

Wprowadzenie

Ziarno zbóż może być dla przemysłu gorzelniczego zarówno surowcem podstawowym (głównym źródłem węglowodanów – skrobi), jak i pomocniczym w postaci siodu. Słód to skiełkowane ziarno zbóż stanowiące naturalne źródło enzymów amylolitycznych [13], reprezentowanych przez α -amylazę – enzym upłynniający, dekstrynuujący i β -amylazę – enzym scukrzający, maltogenny. Enzymy te są niezbędne do prze-

*Mgr inż. E. Strąk, dr hab. inż. M. Balcerek, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Wydz. Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 171/173, 90-924 Łódź.
Kontakt: ewelina.strak@dokt.p.lodz.pl*

przewodzenia hydrolizy skrobi w trakcie procesu tzw. zacierania do cukrów podlegających fermentacji.

W Polsce zacieranie z wykorzystaniem słodu gorzelniczego pozyskiwanego z ziarna jęczmienia było powszechnie stosowane w praktyce gorzelniczej do lat 80. XX wieku. W czasie tego procesu składniki surowca zacieranego i słodu podlegają konwersji do form przyswajalnych przez drożdże – skrobia zostaje zhydrolizowana do cukrów (maltozy i glukozy) podlegających fermentacji, białka ulegają hydrolizie do peptydów i aminokwasów [11].

Rozwój biotechnologii umożliwił wprowadzenie preparatów handlowych zawierających enzymy amylolityczne pochodzenia mikrobiologicznego w zastępstwie słodu. Należą do nich α -amylazy bakteryjne (*Bacillus licheniformis*, *Bacillus stearothermophilus*) oraz glukoamylazy pleśniowe (*Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*). Wśród najistotniejszych zalet stosowania preparatów enzymatycznych w procesie produkcji spirytusu wymienia się: kilkudziesięciokrotnie wyższą i stabilną aktywność enzymatyczną w porównaniu ze sładem, czystość mikrobiologiczną, termostabilność α -amylazy bakteryjnej oraz odporność amyloglukozydazy na niskie pH zacierów, co umożliwia głębsze odfermentowanie zacierów [7]. Wiele z wymienionych cech enzymów amylolitycznych pochodzenia mikrobiologicznego to konsekwencja wykorzystywania do ich pozyskania mikroorganizmów zmodyfikowanych genetycznie. Jest to podejście przeciwne do promowanej w ostatnich latach produkcji ekologicznej, rozumianej jako system zarządzania gospodarstwem i produkcją żywności, uwzględniający najkorzystniejsze dla środowiska praktyki, ochronę zasobów naturalnych i metody produkcji odpowiadające wymaganiom konsumentów preferujących wyroby wytwarzane przy użyciu naturalnych substancji i procesów [22]. Przetwórstwo oraz dalsze etapy postępowania z ekoproduktami mają na celu zachowanie w jak największym stopniu pierwotnej jakości ekologicznych płodów rolnych. W przetwórstwie zakazane jest wykorzystywanie mikroorganizmów zmodyfikowanych genetycznie, jak i produktów otrzymywanych z ich udziałem [20].

Wymagania stawiane produktom ekologicznym w kontekście produkcji spirytusu i wyrobów spirytusowych skłaniają do przekonania, że wskazane jest wykorzystanie do scukrzania skrobi enzymów amylolitycznych, wytworzonych jednak bez udziału mikroorganizmów zmodyfikowanych genetycznie. Zasadne jest wytwarzanie ekologicznych wyrobów spirytusowych, co wskazuje na potrzebę powrotu do zacierania skrobi z wykorzystaniem sładów. Taki kierunek przetwórstwa umożliwi wytwarzanie nowych, oryginalnych trunków o charakterze regionalnym [19].

Celem pracy było określenie efektywności scukrzania skrobi zbożowej z wykorzystaniem sładów jako źródła enzymów amylolitycznych oraz ocena wydajności fermentacji i składu chemicznego otrzymanych destylatów rolniczych.

Material i metody badań

W badaniach wykorzystano żyto odmiany Dańkowskie Diament („Danko” Hodowla Roślin Sp. z o.o., Chorynia) oraz trzy rodzaje sładów: jęczmienny (Abbey Malt®), pszeniczny jasny (Distillery Wheat Malt) oraz żytni (Rye Malt; Weyermann Malt, Niemcy). Według deklaracji producenta słody cechowała następująca siła diastatyczna: pszeniczny – powyżej 250 WK, żytni – 200 ÷ 250 WK oraz jęczmienny – poniżej 100 WK [10]. Skala Windisha-Kolbacha (WK) wyraża wytworzenie 1 g maltozy z roztworu skrobi przez enzymy zawarte w 100 g badanego sładku w warunkach określonych metodą [17]. Ponadto producent zapewniał, że słody nie pochodziły z surowców genetycznie zmodyfikowanych i były zgodne z normami EC (EG) nr 1829/2003 [27], 1830/2003 [28], 49/2000 [29] i 50/2000 [30]. Wszystkie surowce zostały przebadane pod względem zawartości pestycydów, mikotoksyn i metali szkodliwych (spełniały wymagania norm: EC (EG) 165/2010 [31] i 369/2005[32]).

Do przygotowania zacierów słodkich z żyta niesłodowanego z udziałem sładów zbożowych wykorzystano cylindryczny zbiornik umieszczony w łaźni wodnej, wyposażony w termometr i mieszadło. Upřednio surowce zmielono za pomocą młynka Fidibus XL (KoMo, Niemcy) wyposażonego w żarna korundowo-ceramiczne, pozwalające na uzyskanie śruty o wielkości cząstek nieprzekraczającej 1,5 mm [11]. Zmielone ziarno żyta (70 % m/m) oraz słody zbożowe (30 % m/m) mieszano z wodą (3,5 l wody na 1 kg śruty zbożowej) i ogrzewano do temp. 60 °C. Po uzyskaniu założonej temperatury warunki te utrzymywano przez 60 min w celu upłynnienia i scukrzenia skrobi. Następnie zacier schładzano do temp. 30 °C oraz dokonywano korekty pH do wartości 4,5 przy użyciu roztworu kwasu siarkowego(VI) (25 % m/m).

W przypadku zacierania z wykorzystaniem preparatów enzymatycznych zmielone ziarno żyta niesłodowanego mieszano z wodą w proporcjach analogicznych jak wyżej, po czym mieszaninę ogrzewano do temp. 90 °C. Po jej osiągnięciu dodawano preparat upłynniający Termamyl S.C (termostabilna α -amylaza, *Bacillus licheniformis*) w dawce 0,13 ml/kg skrobi. Warunki te utrzymywano przez 60 min. Następnie medium schładzano do temp. 60 °C i dodawano preparat scukrzający San Extra L. (glukoamylaza, *Aspergillus niger*) w ilości 0,6 ml/kg skrobi.

Do fermentacji zacierów stosowano suszone drożdże gorzelnicze *Saccharomyces cerevisiae* rasy Ethanol Red (Lesaffre, Francja) w ilości 0,3 g/dm³. Po wstępnym uwodnieniu i dezynfekcji (zakwaszenie wodnej zawiesiny drożdży roztworem kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 25 % m/m do pH 2,0 i pozostawienie przez 15 min w temp. 20±2 °C) mleczko drożdżowe dodawano do zacierów słodkich. Zacier wzbogacano dodatkiem wodnego roztworu (NH₄)₂HPO₄ (0,2 g/dm³ zacieru) jako źródła azotu i fosforu dla drożdży [23], po czym dokładnie mieszano. Fermentacje prowadzono systemem 3-dobowym w temp. 28 ÷ 30 °C, dokonując okresowego mieszania zacierów. Próby fermentacyjne przeprowadzono w dwóch powtórzeniach.

Przebieg procesu kontrolowano przez pomiar odfermentowania pozornego i rzeczywistego stężenia alkoholu etylowego oraz cukrów i dekstryn pozostałych po fermentacji.

Wydzielenie alkoholu etylowego z odfermentowanych zacierów prowadzono za pomocą zestawu laboratoryjnego składającego się z czaszy grzejnej, kolby destylacyjnej, chłodnicy Liebiga, termometru i odbieralnika. Destylację prowadzono do całkowitego wydzielenia alkoholu, kontrolując moc destylatu za pomocą refraktometru cyfrowego PET-109 (Atago, Japonia). Analizę surowców i zacierów wykonywano według metod zalecanych w gorzelnictwie [14]. W zacierach słodkich oznaczano: ekstrakt ogólny za pomocą areometru wyskalowanego w procentach (m/m) sacharozy, kwasowość wyrażoną w stopniach Delbrücka (1 °D odpowiada 1 ml 1 mol/l roztworu NaOH zużytego do zmiareczkowania 20 ml przesączonego zacieru), stężenie cukrów redukujących i dekstryn oraz stopień scukrzenia. Stopień scukrzenia zacierów słodkich oznaczano jako stosunek zawartości cukrów redukujących do cukrów ogółem, czyli oznaczonych po hydrolizie kwasowej.

W zacierach odfermentowanych oznaczano: ekstrakt pozorny (w obecności alkoholu), ekstrakt rzeczywisty, zawartość etanolu oraz stężenie cukrów i dekstryn pozostałych po fermentacji.

Analizę składu chemicznego otrzymanych destylatów obejmującą oznaczenie stężenia aldehydu octowego oraz metanolu wykonywano przy użyciu chromatografu gazowego (Agilent 7890A, USA) wyposażonego w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID), z zastosowaniem kolumny HP-Innowax (60 m × 0,32 mm × 0,5 μm), sprzężonego ze spektrometrem mas (Agilent MSD 5975C, USA) z pojedynczym kwadrupolem i kolumną kapilarną HP-5 MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 μm).

Wyniki badań poddano ocenie statystycznej przy użyciu programu Origin 7.5. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testem t-Studenta na poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że słody użyte w doświadczeniu odznaczały się zbliżoną zawartością suchej masy w granicach 95,00 ÷ 95,60 % (tab. 1) Dopuszczalna ich wilgotność nie powinna przekraczać 5 % [5], zatem słody spełniały ten warunek. W przypadku ziarna żyta odmiany Dańkowskie Diament zawartość suchej masy wynosiła średnio 91,20 %. Uzyskane wyniki świadczą o małej wilgotności surowców (zarówno słodów, jak i ziarna), co pozwala na ich bezpieczne magazynowanie.

Tabela 1. Charakterystyka chemiczna surowców

Table 1. Chemical profile of raw material

Wyszczególnienie Itemization	Surowiec / Raw material			
	Żyto Dań- kowskie Diament Dańkowskie Diament rye cv.	Słód pszeniczny Wheat malt	Słód żytni Rye malt	Słód jęczmienny Barley malt
Sucha masa Dry mass [%]	91,20 ^a ± 0,10	95,00 ^b ± 0,15	95,30 ^{bc} ± 0,23	95,60 ^c ± 0,31
Białko ogółem* [% s.s.] Total protein* [% d.m.]	10,35 ^c ± 0,22	10,05 ^c ± 0,28	8,45 ^a ± 0,09	9,38 ^b ± 0,13
Cukry redukujące [g glukozy/100 g surowca] / Reducing sugars [g glucose/100 g of raw material]	1,47 ^a ± 0,03	18,89 ^d ± 0,07	17,61 ^c ± 0,07	16,57 ^b ± 0,02
Skrobiowość [g/100 g surowca] Starch content [g/100 g of raw material]	62,10 ^d ± 0,42	50,50 ^a ± 0,36	54,27 ^c ± 0,86	52,92 ^b ± 0,72

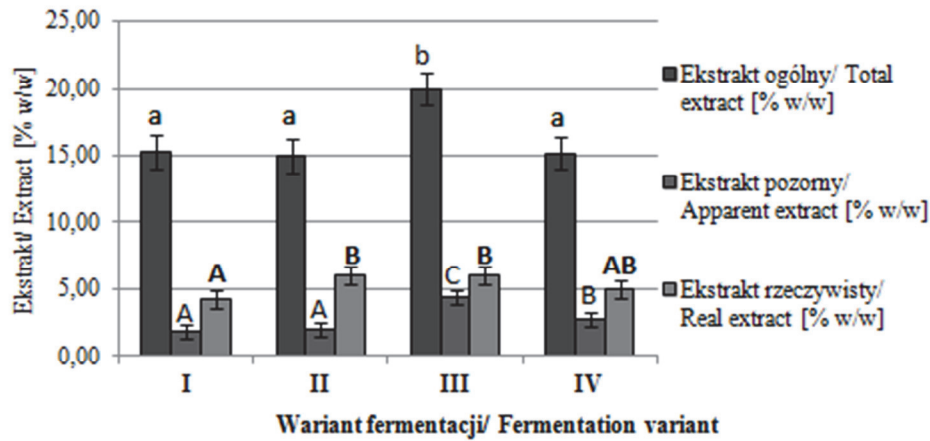
Objaśnienia / Explanatory notes:

Współczynniki przeliczeniowe azotu na białko: / Nitrogen-to-protein conversion factors: 6,25 – słód jęczmienny / barley malt; 5,7 – żyto niesłodowane / unmalted rye; 6,25 – słód żytni i pszeniczny / rye malt and wheat malt.

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; a, b, c – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values denoted with different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$.

Ziarno żyta odmiany Dańkowskie Diament odznaczało się większą zawartością białka w porównaniu ze słodami. Przyczyną tego jest wykorzystywanie w fazie kiełkowania części białka zawartego w surowcu, z którego został wyprodukowany słód, na rozwój korzonków zarodkowych [24]. W przypadku słodów wykazano, że zawartość białka pozytywnie wpływa na siłę diastatyczną słodu [6]. Z uwagi jednak na proces gorzelniczy duża zawartość białka w ziarnie zbóż nie jest pożądana, gdyż powoduje nadmierne pienienie zacierów [11, 12].

Stwierdzono istotną ($p < 0,05$) różnicę między średnią zawartością cukrów redukujących w słodach ($16,57 \div 18,89$ g/100 g) i w życie niesłodowanym ($1,47 \div 1,47$ g/100 g). Według danych literaturowych [15] podczas procesu słodowania ziarna zawartość cukrów wzrasta kilkukrotnie, co jest efektem działania amylaz w nich zawartych. We wszystkich badanych surowcach zbożowych skrobiowość kształtowała się na wysokim poziomie ($50,50 \div 62,10$ g/100 g), spełniającym wymagania stawiane surowcom gorzelniczym.



Objaśnienia / Explanatory notes:

I – żyto Diament / Diament rye cv.; II – żyto Diament (70 %) + słód pszeniczny (30 %) / Diament rye cv. (70 %) + wheat malt (30 %); III – żyto Diament (70 %) + słód żytni (30 %) / Diament rye cv. (70 %) + rye malt (30 %); IV – żyto Diament (70 %) + słód jęczmienny (30 %) / Diament rye cv. (70 %) + barley malt (30 %); Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) i odchylenia standardowe (w postaci odcinków) / Figure shows mean values (bars) and standard deviations (line segments);

a, b, c – wartości średnie ekstraktu ogólnego oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values of total extract denoted with different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$; A, B, C – wartości średnie ekstraktu pozornego oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values of apparent extract denoted with different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$; A, B, C – wartości średnie ekstraktu rzeczywistego oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values of real extract denoted with different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$.

Rys. 1. Ekstrakty zacierów słodkich i odfermentowanych

Fig. 1. Extracts of sweet and fermented mashes

Ekstrakt zacierów z żyta odmiany Diament z 30-procentowym udziałem słodów pszenicznego i jęczmiennego był zbliżony do ekstraktu zacieru sporządzonego wyłącznie z żyta niesłodowanego ($p < 0,05$). Znacznie bardziej ekstraktywne okazały się zacierzy żytnie z 30-procentowym udziałem słodu żytniego (średnio 20,00 %, m/m) – rys. 1. Poziom ekstraktu może być warunkowany zawartością suchej masy słodu, gdyż po porównaniu jej z zawartością skrobi oraz białka może być również wskaźnikiem zawartości substancji niepodlegających fermentacji czy utrudniających prowadzenie procesu, jak np. polisacharydy nieskrobiowe [4]. Konsekwencją zwiększenia gęstości zacierów był wzrost stężenia cukrów.

Tabela 2. Właściwości fizykochemiczne zacierów słodkich

Table 2. Physical-chemical properties of sweet mashes

Surowiec Raw material		Kwasowość Acidity [°D]	Zawartość cukrów redukujących Content of reducing sugars [g glukozy* lub maltozy**/100 ml zacieru / [g of glucose* or maltose**/100 ml of mash]	Zawartość dekstryn Content of dextrins [g /100 ml zacieru] [g/100 ml of mash]	Stopień scukrzenia Saccharification degree [%]
Żyto Diament Diament rye cv.		0,43 ^a ± 0,01	5,62 ^a ± 0,18 *	6,49 ^c ± 0,25	43,80 ^a ± 0,75
70% Żyto Diament i 30% Słód 70% of Diament rye cv. and 30% of malt	Słód pszeniczny Wheat Malt	0,46 ^a ± 0,03	11,22 ^c ± 0,44 **	1,32 ^a ± 0,05	84,49 ^c ± 0,53
	Słód żytni Rye malt	0,68 ^b ± 0,03	10,04 ^b ± 0,35 **	4,44 ^b ± 0,18	64,77 ^b ± 0,29
	Słód jęczmienny Barley malt	0,67 ^b ± 0,01	10,76 ^{bc} ± 0,35 **	1,37 ^a ± 0,04	83,74 ^c ± 0,55

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; a, b, c – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values denoted with different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$.

Zawartość cukrów redukujących powstających podczas zacierania słodami (10,04 ÷ 11,22 g maltozy/100 ml zacieru) była ponad 2-krotnie i istotnie ($p < 0,05$) większa od średniej zawartości tych cukrów w zacierze z samego żyta (5,62 g glukozy/100 ml zacieru). Zacierzy z udziałem słodów pszenicznego i jęczmiennego odznaczały się wyższym stopniem scukrzenia (83,74 ÷ 84,49 %) w porównaniu z zacierem ze słodem żytnim (64,77 %). Najmniejszym stopniem scukrzenia (43,80 %) charakteryzował się zacier z żyta niesłodowanego (tab. 2).

Zacierzy słodkie odznaczały się zróżnicowaną kwasowością w granicach od 0,43 °D w zacierze żytnim scukrzonym preparatami enzymatycznymi do 0,68 °D w zacierze sporządzonym z mieszanki żyta niesłodowanego (70 %) i słodu żytniego (30 %) – tab. 2.

Zacier odfermentowany z żyta Dańkowskie Diament (przygotowany z udziałem preparatów enzymatycznych) charakteryzował się ekstraktem pozornym na poziomie 1,85 % (m/m). Z kolei w próbkach z udziałem słodów wartości tego parametru zawierały się w przedziale 2,00 ÷ 4,40 % (m/m) – rys. 1. Wzrost ten może być związany z powstaniem produktów ubocznych fermentacji. O obecności związków innych niż cukry i etanol może świadczyć zmiana kwasowości spowodowana np. wydzielającym

się podczas fermentacji ditlenkiem węgla, obecnością bakterii kwaszących bądź wydzieleniem przez drożdże związków kwasowych, będących produktami ubocznymi ich metabolizmu. Wzrost kwasowości zacierów wraz ze wzrostem stężenia etanolu powoduje powolne hamowanie fermentacji [26].

Tabela 3. Właściwości fizykochemiczne zacierów odfermentowanych
Table 3. Physical-chemical properties of mashes after fermentation

Surowiec Raw material		Kwasowość Acidity [°D]	Zawartość cukrów redukujących Content of reducing sugars [g glukozy* lub maltozy**/100 ml zacieru / [g of glucose* or maltose**/100 ml of mash]	Zawartość dekstryn Content of dextrins [g /100 ml zacieru] [g/100 ml of mash]	Stopień scukrzenia Saccharification degree [%]
Żyto Diament / Rye Diament cv.		1,05 ^a ± 0,02	6,20 ^a ± 0,04 *	0,17 ^a ± 0,07	0,52 ^a ± 0,07
70% Żyto Diament I 30% Słód 70% of Diament_rye cv. and 30% of malt	Słód pszeniczny Wheat Malt	1,22 ^b ± 0,05	7,20 ^d ± 0,04 **	0,23 ^a ± 0,05	0,80 ^b ± 0,04
	Słód żytni Rye malt	1,62 ^c ± 0,07	6,60 ^b ± 0,01**	0,43 ^c ± 0,03	1,47 ^c ± 0,02
	Słód jęczmienny Barley malt	1,28 ^b ± 0,03	7,10 ± 0,04c**	0,34 ^b ± 0,02	1,58 ^d ± 0,01

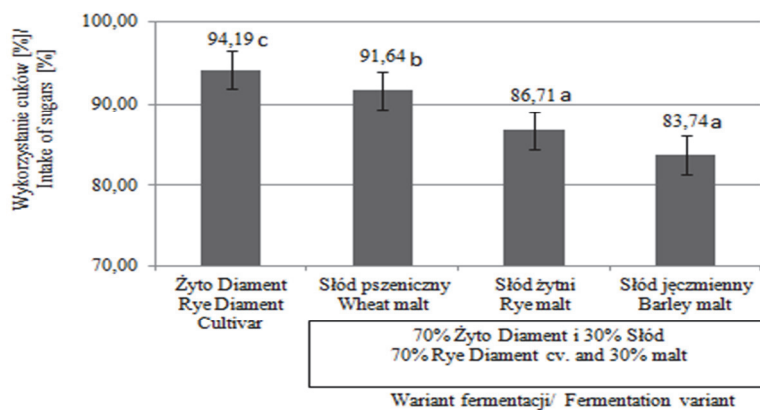
Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Stwierdzono ok. 5-krotnie niższe stężenie cukrów redukujących w zacierach odfermentowanych w porównaniu z zacierami słodkimi. Świadczy to o prawidłowym przebiegu procesu. Najmniejszym stężeniem cukrów redukujących i dekstryn odznaczał się zacier z żyta niesłodowanego, scukrzanego preparatami amylolycznymi (tab. 3). Wyższe stężenia dekstryn pozostałych w zacierach fermentowanych z udziałem słodów to najprawdopodobniej efekt hamowania aktywności amylaz przez relatywnie wysokie stężenia cukrów w zacierach słodkich [2].

Wykazano, że spośród zacierów odfermentowanych najwięcej etanolu zawierały zacierze scukrzane słodem pszenicznym i jęczmiennym, a najmniej – próba przygotowana z żyta bez udziału słodów.

Największe wykorzystanie cukrów w przypadku zacierów z dodatkiem słodów zaobserwowano w zacierach sporządzonych z udziałem słodu pszenicznego (91,64 %) i było ono zbliżone ($p < 0,05$) do wykorzystania cukrów w zacierze z surowca niesłodowanego (94,19 %). W pozostałych próbkach fermentacyjnych wskaźnik ten wynosił od 83,74 % w zacierze z udziałem słodu jęczmiennego do 91,64 % w zacierze z dodatkiem słodu żytniego (rys. 2). Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze obserwacje

autorów dotyczące wykorzystania sładów jako źródła enzymów w procesie otrzymywania destylatów zbożowych [1].



Objaśnienia: / Explanatory notes:

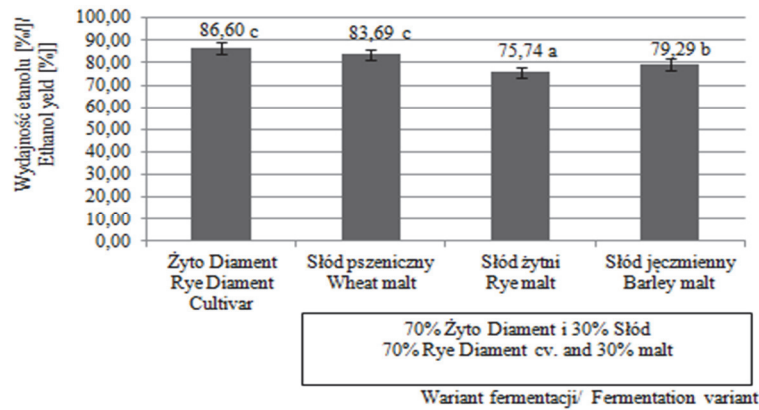
Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) i odchylenia standardowe (w postaci odcinków) / Figure shows mean values (bars) and standard deviations (line segments); a, b, c - wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values denoted with different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$.

Rys. 2. Wykorzystanie cukrów w procesie fermentacji zacierów zbożowych

Fig. 2. Intake of sugars during fermentation process of cereal mashes

Wydajność biosyntezy etanolu kształtowała się od 75,74 % w zacierze z 30-procentowym udziałem sładów żytniego do 83,69 % wydajności teoretycznej w zacierze z dodatkiem sładów pszenicznego. Zaobserwowano, że próby fermentacyjne przygotowane z udziałem sładów pszenicznego osiągały największą wydajność etanolu w stosunku do pozostałych prób fermentacyjnych ($p > 0,05$) i nieznacznie odbiegały od wydajności tego alkoholu w zacierze z surowca niesłodowanego. Najmniejszą wydajność fermentacji zaobserwowano w przypadku zacieru z dodatkiem sładów żytniego (rys. 3). Uzyskane wyniki są zgodne z naszymi wcześniejszymi obserwacjami autorów dotyczącymi przydatności tych sładów do otrzymywania destylatów rolniczych [2].

Ocena wskaźników fermentacji prowadzi do obserwacji, że w zacierze z udziałem sładów żytniego, mimo stosunkowo niskiej wydajności etanolu (75,74 %), nastąpiło duże wykorzystanie cukrów (86,71 %). Przyczyną tego zjawiska może być obecność w sładzie żytnim związków hamujących aktywność fermentacyjną drożdży, a tym samym oddziałujących niekorzystnie na przebieg fermentacji mimo wysokiej aktywności enzymatycznej tego sładów [9].



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

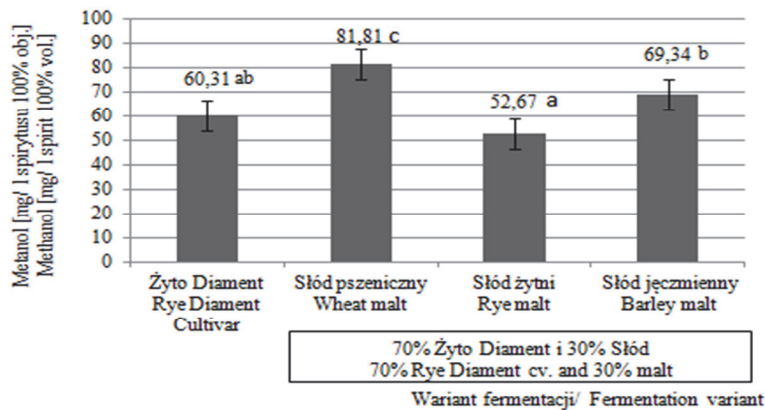
Rys. 3. Wydajność biosyntezy etanolu w procesie fermentacji zacierów zbożowych

Fig. 3. Efficiency of ethanol biosynthesis during fermentation process of cereals mashes

W przypadku wykorzystania do zacierania skrobi żytniej słodowanego ziarna jęczmienia, które ma okrywę nasienną powodującą trudności w procesie fermentacji zacierów i destylacji [16], wydajność etanolu różniła się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) od uzyskanej z samego żyta, jak i z żyta z dodatkiem słodu pszenicznego. Prawdopodobnie jest to także efekt relatywnie niskiej aktywności słodu jęczmiennego [10].

Postęp w rozwoju biotechnologii umożliwił poszerzenie oferty handlowej słodów o tzw. słody diastatyczne, charakteryzujące się wyższą aktywnością enzymatyczną, co skłania do prowadzenia dalszych badań w celu oceny zarówno wydajności procesu fermentacji alkoholowej, jak i jakości destylatów.

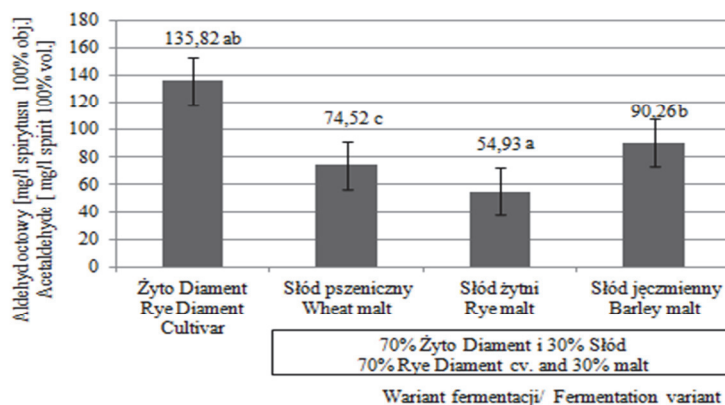
Na jakość destylatu wpływ ma ilość produktów ubocznych fermentacji w nim zawarta. W analizach destylatów najczęściej oznaczanymi produktami ubocznymi są metanol i aldehyd octowy [3]. Metanol jest obecny we wszystkich destylatach rolniczych z wyjątkiem spirytusu wytwarzanego z melasy. Największa zawartość metanolu cechuje spirytusy owocowe, natomiast w zbożowych jego ilość jest śladowa. Związane jest to z zawartością substancji pektynowych w owocach, z których ten związek powstaje [25]. Zawartość metanolu w destylatach do produkcji okowit zbożowych nie powinna przekraczać 200 g/hl spirytusu o stężeniu 100 % obj. Istnieją jednak różnice w dopuszczalnych stężeniach metanolu w zależności od gatunku surowca [21].



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

Rys. 4. Zawartość metanolu w otrzymanych destylatach zbożowych

Fig. 4. Content of methanol in cereal distillates produced



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

Rys. 5. Zawartość aldehydu octowego w otrzymanych destylatach zbożowych

Fig. 5. Content of acetaldehyde in cereal distillates produced

W próbach otrzymanych destylatów największą zawartością metanolu (81,81 mg/l spirytusu o stężeniu 100 % obj.) odznaczał się spirytus uzyskany z zacieru sporządzonego z udziałem 30-procentowego słodu pszenicznego. Najmniej alkoholu metylowego (52,67 mg/l spirytusu o stężeniu 100 % obj.) zawierał destylat otrzymany po fermentacji zacieru o składzie: 70 % żyta niesłodowanego i 30 % słodu żytniego (rys. 4). Mimo statystycznie istotnych różnic pod względem zawartości tego związku

w badanych spirytusach surowych, wszystkie spełniały wymagania dotyczące destylatów zbożowych [20].

Związkiem, którego nadmierne stężenie może wpływać negatywnie na smak i zapach spirytusu, jest aldehyd octowy. Stężenie aldehydów w spirytusach uzależnione jest od rodzaju i jakości surowca oraz warunków prowadzenia fermentacji, takich jak: temperatura, pH oraz stężenie cukrów, które wpływają na przemianę aldehydu octowego w etanol [1, 8]. Zawartość aldehydów w spirytusach surowych podawana jest w przeliczeniu na aldehyd octowy i według wymagań normatywnych [18] nie powinna przekraczać 0,1 g/l spirytusu o stężeniu 100 % obj. Spośród uzyskanych destylatów największą zawartość aldehydu octowego (135,82 mg/l spirytusu o stężeniu 100 % obj.) oznaczono w spirytusie otrzymanym po fermentacji zacieru scukrzanego preparatami enzymatycznymi. Wszystkie destylaty otrzymane z prób fermentacyjnych z dodatkiem sładów zawierały mniejsze, aczkolwiek zróżnicowane ($p < 0,05$), stężenia tego związku. Najmniejszą zawartość aldehydu octowego (54,93 mg/l spirytusu o stężeniu 100 % obj.) oznaczono w destylacie pochodzącym z zacieru sporządzonego z dodatkiem słodu żytniego, zaś największą (90,26 mg/l spirytusu o stężeniu 100% obj.) – w spirytusie z zacieru zawierającego sład jęczmienny (rys. 5).

Wnioski

1. Zastosowane słody zbożowe, ze szczególnym uwzględnieniem pszenicznego, zapewniły prawidłowe przeprowadzenie hydrolizy enzymatycznej skrobi.
2. Największą wydajność biosyntezy etanolu uzyskano po fermentacji zacierów z dodatkiem słodu pszenicznego (83,69 % wydajności teoretycznej).
3. Zastosowanie sładów zbożowych jako źródła enzymów amylolitycznych i skrobi podczas przygotowywania zacierów gorzelnicznych wpłynęło na zmniejszenie zawartości produktów ubocznych, takich jak metanol oraz aldehyd octowy, których obecność obniża jakość destylatu.
4. Wytwarzanie oryginalnych destylatów zbożowych z wykorzystaniem sładów zbożowych stwarza możliwość poszerzenia oferty handlowej i zwiększenia konkurencyjności polskich gorzelni.

Badania zrealizowano w ramach projektu badawczego nr PBS2/B8/9/2013, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Literatura

- [1] Balcerek M.: Carbonyl compounds in aronia spirits. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2010, **60** (3), 243-249.
- [2] Balcerek M., Pielech-Przybylska K., Strąk E., Patelski P., Dziekońska U.: Comparison of fermentation results and quality of the agricultural distillates obtained by application of commercial amylolytic preparations and cereal malts. *Eur. Food Res. Technol.*, 2015, **242** (3), 321-335.

- [3] Biernacka P., Wardecki W.: Volatile composition of raw spirits of different botanical origin. *J. Inst. Brew.*, 2012, **118**, 393-40.
- [4] Bledzki A.K., Mamun A.A., Volk J.: Physical, chemical and surface properties of wheat husk, rye husk and soft wood and their polypropylene composites. *Composites: Part A*, 2010, **41**, 480-488.
- [5] Blümelhuber G.: Cereals, malts and hops. *Brauwelt Int.*, 2012, **2**, 75-83.
- [6] Boros D., Gołębiewski D., Myszka K.: Wstępne badania ziarna wybranych rodów hodowlanych pszenicy jako surowca do słodowania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, **3 (94)**, 151-164.
- [7] Czupryński B., Kotarska K.: Wpływ preparatów enzymatycznych na przebieg fermentacji alkoholowej. *Inż. Ap. Chem.*, 2011, **50 (3)**, 16-17.
- [8] Czupryński B., Kotarska K.: Zanieczyszczenia chemiczne spirytusów surowych związkami karbonylowymi. *Inż. Ap. Chem.*, 2009, **48 (2)**, 31-32.
- [9] Dominikiewicz M.: *Gorzelnictwo*. Wyd. Księgarnia Ludwika Fiszer, Warszawa 1923.
- [10] Heinz Weyermann® GmbH, Mich. Weyermann® GmbH & Co. KG, Weyermann Specialty Malting Company: *Aromatische Malze und Malzextrakte für die Spirituosenindustrie*. Niemcy 2013 [online] Dostęp w Internecie [30.09.2016]: http://www.weyermann.de/downloads/ger/br/Weyermann_Produktbrosch%C3%BCre_Spirituosen_09_2013.pdf
- [11] Jarosz K., Jarociński J.: *Gorzelnictwo i drożdżownictwo*. Wyd. WSIP, Warszawa 1994.
- [12] Jarosz K., Jarociński J.: *Technologia gorzelnictwa*. Wyd. WPLiS, Warszawa 1994.
- [13] Kaukovirta-Norja A., Wilhelmson A., Poutanen K.: Germination: a means to improve the functionality of oat. *Agric. Food Sci.*, 2004, **13**, 100-112.
- [14] Krełowska-Kułas M.: *Badanie jakości produktów spożywczych*. PWE, Warszawa 1993.
- [15] Kunze W.: *Technologia piwa i słodu*. Wyd. Piwo-Chmiel, Warszawa 1999.
- [16] Łączyński B.: *Skrócony kurs gorzelnictwa rolniczego*. Wyd. Sigma NOT 1992, s. 3.
- [17] Osman A.M.: The advantages of using natural substrate – based methods in assessing the roles and synergistic and competitive interactions of barley malt starch-degrading enzymes. *J. Inst. Brew.*, 2002, **108 (2)**, 204-214.
- [18] PN-A-79523:2002. *Destylat rolniczy*.
- [19] Poel P., Gosepa S., Kroes W., Kruis G., Berkhout B., de Wit W.: *The contribution of the spirits industry to the EU economy. A report commissioned by The European Spirits Companies Liaison Group in coordination with The European Spirits Organisation – CEPS and conducted by Ernst & Young Tax Advisors and Regioplan Policy Research, Amsterdam 2010*.
- [20] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008 z 5 września 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli. *Dz. U. L 250 z 18.09.2008*, str. 1.
- [21] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 110/2008 z dnia 15 stycznia 2008 r. w sprawie definicji, opisu, prezentacji, etykietowania i ochrony oznaczeń geograficznych napojów spirytusowych oraz uchylające rozporządzenie Rady (EWG) nr 1576/89. *Dz. U. L 39 z 13.02.2008*, s. 16.
- [22] Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych. *Dz. U. L 189 z 20.07.2007 r.*, s.1.
- [23] Russell I.: *Understanding yeast fundamentals*. In: *The alcohol textbook*. 4th ed. Eds. K.A. Jacques, T.P. Lyons, D.R. Kelsall. Nottingham University, Nottingham 2003.
- [24] Szwed Ł., Błazewicz J., Zembold-Guła A., Pelak M., Dawidowicz A.: Wpływ frakcjonowania i czasu słodowania ziarna jęczmienia na liczbę Kolbacha sładów oraz zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego w brzezcach. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, **6 (67)**, 119-128.
- [25] Śliwińska M., Wiśniewska P., Dymerski T., Wardencki W., Namieśnik J.: The flavour of fruit spirits and fruit liqueurs: A review. *Flavour Fragr. J.*, 2015, **30 (3)**, 197-207.
- [26] Thomas K.C., Hynes S.H., Ingledew W.M.: Effect of *Lactobacilli* on yeast growth, viability and batch and semi-continuous alcoholic fermentation of corn mash. *J. Appl. Microbiol.*, 2001, **90 (5)**, 819-828.

- [27] Rozporządzenie (WE) nr 1829/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 września 2003 r. w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności i paszy.
- [28] Rozporządzenie (WE) nr 1830/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 września 2003 r. dotyczące możliwości śledzenia i etykietowania organizmów zmodyfikowanych genetycznie oraz możliwości śledzenia żywności i produktów paszowych wyprodukowanych z organizmów zmodyfikowanych genetycznie i zmieniające dyrektywę 2001/18/WE.
- [29] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 49/2000 z dnia 10 stycznia 2000 r. zmieniające rozporządzenie Rady (WE) nr 1139/98 dotyczące obowiązkowego oznaczania na etykietach umieszczonych na niektórych środkach spożywczych wyprodukowanych z organizmów zmodyfikowanych genetycznie innych danych niż przewidziane w dyrektywie 79/112/EWG.
- [30] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 50/2000 z dnia 10 stycznia 2000 r. w sprawie etykietowania środków spożywczych oraz składników żywności zawierających dodatki oraz środki aromatyzujące, które zostały zmodyfikowane genetycznie lub zostały wyprodukowane z organizmów genetycznie zmodyfikowanych.
- [31] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 165/2010 z dnia 26 lutego 2010 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do aflatoksyn (Tekst mający znaczenie dla EOG).
- [32] Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 369/2005 z dnia 3 marca 2005 r. w sprawie przekazanych ofert na wywóz owsa w ramach przetargu, o którym mowa w rozporządzeniu (WE) nr 1565/2004.

MALTS AS SOURCE OF AMYLOLYTIC ENZYMES IN ENZYMATIC HYDROLYSIS PROCESS OF STARCH

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the effectiveness of saccharification of cereal starch using malts as a source of amylases and the efficiency of alcoholic fermentation with the Ethanol Red yeast strain. Distillery mashes were prepared by a method of pressure-less liberation of starch (PLS) from unmalted rye of the Dańkowskie Diament cultivar with 30 % of wheat, rye, and barley malts added. For comparison, the unmalted rye mashes were fermented by the PLS method using enzyme preparations of microbial origin.

Based on the research results, it was concluded that the malts enzymes made it possible to produce sweet mashes with a content of extract and total sugars similar to that in the rye mashes made by the PLS method with the use of α -amylase and glucoamylase present in commercial preparations. The mashes made of wheat and barley malts had a higher degree of saccharification comparing to the preparations made exclusively of unmalted grains and to the preparations with added rye malt. The highest efficiency of ethanol biosynthesis (83.69 ± 1.95 % of theoretical yield) was reported in the case of rye mashes saccharified with the wheat malt.

Key words: cereal malts, α -amylase, β -amylase, glucoamylase, fermentation, pressure-less liberation of starch (PLS), fermentation ☒

BOHDAN ACHREMOWICZ, JOANNA KASZUBA, CZESŁAW PUCHALSKI,
RAFAŁ WIŚNIEWSKI

PORÓWNANIE CECH FIZYCZNYCH I SENSORYCZNYCH PŁATKÓW ZBOŻOWYCH RÓŻNEGO POCHODZENIA

Streszczenie

Badaniom porównawczym poddano 14 próbek różnych sortymentów krajowych i zagranicznych płatków zbożowych. Analizowano krajowe płatki owsiane (błyskawiczne, ekologiczne, górskie, zwykłe), płatki zwykłe produkowane z ziarna różnych zbóż (owsiane, jęczmienne, jaglane z prosa, pszenne, orkiszowe, żytnie, gryczane) oraz płatki owsiane zwykłe wyprodukowane w różnych krajach (angielskie, niemieckie, polskie, słowackie, szwedzkie). Określono barwę płatków przy użyciu spektrofotometru odbiciowego oraz ich wodochłonność metodą odciekową i wirówkową. Porównawczą analizę sensoryczną płatków surowych i gotowanych wykonano metodą punktową (maksymalnie 100 pkt w ocenie).

Pod względem cech fizycznych badane płatki były mało zróżnicowane. Dotyczyło to głównie barwy produktu. Najjaśniejszą barwą charakteryzowały się płatki jaglane, a najciemniejszą – pszenne i orkiszowe. Bez względu na zastosowaną metodę wodochłonność większości próbek zawierała się w granicach od ok. 100 g do ponad 200 g na 100 g płatków. Jedynie wodochłonność płatków gryczanych, oznaczona metodą wirówkową, wynosiła ponad 400 g/100 g produktu. W analizie sensorycznej wszystkie badane płatki uzyskały oceną ogólną powyżej 50/100 pkt. Wyniki tej oceny były statystycznie istotnie zróżnicowane. Najwyższą akceptację sensoryczną (według liczby punktów) uzyskały płatki owsiane zwykłe produkcji polskiej, słowackiej i angielskiej, a najniższą – jaglane, pszenne (w tym orkiszowe) i żytnie. Na wyniki ogólnej oceny sensorycznej w dużym stopniu wpłynęła wielkość płatków surowych oraz oceny cech płatków ugotowanych, tj. odczucie w ustach oraz kształt.

Słowa kluczowe: płatki zbożowe, badania porównawcze, barwa, wodochłonność, ocena sensoryczna

Wprowadzenie

Przetwory zbożowe, zwłaszcza z całego ziarna, zasobne w białko, błonnik pokarmowy, składniki mineralne i witaminy powinny stanowić ważny element diety

Prof. dr hab. B. Achremowicz, mgr J. Kaszuba, dr hab. Cz. Puchalski, Katedra Technologii Bioenergetycznych, prof. nadzw., mgr inż. R. Wiśniewski, Katedra Ogólnej Technologii Żywności i Żywienia Człowieka, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów. Kontakt: rrachrem@cyf-kr.edu.pl

współczesnego społeczeństwa. Niewłaściwie dobrana dieta jest przyczyną wielu chorób, takich jak: udary, choroby serca, nowotwory, cukrzyca i otyłość. W latach 80. XX wieku popularne na rynku krajowym stały się „zboża śniadaniowe” (*cereals breakfast*), które miały wpłynąć na poprawę jakości żywienia. Nie wszystkie jednak spełniły te nadzieje. Produkty kukurydziane wytwarzane z obłuszczonej i pozbawionej zarodka kaszki charakteryzują się ubogim składem chemicznym [10]. Płatki dosładzane lub z dodatkami bakalii należą raczej do galanterii cukierniczej, a nie wartościowych produktów zbożowych. Niedoceniane płatki zbożowe o małym stopniu przetworzenia, a o dużej zawartości białka, rozpuszczalnego błonnika pokarmowego i NNKT nadal oczekują na rozpropagowanie [12]. Na rynku obserwuje się ostatnio wiele nowych sortymentów płatków zbożowych wytwarzanych z różnych surowców, w tym z pszenicy, orkisz, jęczmienia, żyta, prosa czy gryki. Producenci stosują płatki zbożowe również jako zagęstnik do wyrobów piekarskich i ciastkarskich czy produktów typu „gorący kubek” [7, 11]. Różnorodność produkowanych płatków powoduje, że konsumenci nie zawsze orientują się w ich wartości, więc wybierają często przypadkowe produkty. O wyborze określonego produktu konsumpcyjnego powinien decydować raczej skład chemiczny, a zwłaszcza zawartość składników ważnych dla zdrowia.

Celem pracy było porównanie cech fizycznych i sensorycznych płatków zbożowych dostępnych na rynku krajowym i rynkach innych państw.

Material i metody badań

Materiałem do badań było 14 próbek różnych sortymentów krajowych i zagranicznych płatków zbożowych. Płatki zakupiono w handlu detalicznym kraju producenta. Analizowano płatki owsiane błyskawiczne, ekologiczne, górskie i zwykłe, płatki zwykłe produkowane z ziarna różnych zbóż, w tym, jęczmienne, jaglane, pszenne, orkiszowe, żytnie i gryczane oraz płatki owsiane zwykłe wyprodukowane w różnych krajach – polskie, niemieckie, słowackie, szwedzkie, angielskie.

W ocenie fizycznej i sensorycznej płatków zbożowych ważnymi cechami są: barwa, wodochłonność i smak. Dodatkową cechą braną pod uwagę przez konsumentów jest też łatwość i szybkość przygotowania do spożycia, na którą częściowy wpływ ma wodochłonność. W odniesieniu do podanych wyróżników istotną rolę odgrywa rodzaj surowca, z którego płatki zostały wyprodukowane oraz zastosowana technologia [9].

Barwę mierzono w systemie CIE L*a*b* spektrofotometrem odbiciowym Color Quest (Hunter Lab., USA), przykładając miernik do powierzchni płatków umieszczonych w kuwecie na wysokość 2 cm. Widma odbiciowe opracowano w programie Easy Mach QC dla kąta widzenia 10°, źródła światła D65. Określano parametry barwy: L* – jasność (*brightness*), a* – barwa czerwona i zielona (*redness and greenness*), b* – barwa żółta i niebieska (*yellowness and blueness*) [4]. Wodochłonność płatków zbożo-

wych oznaczano metodą wirówkową zgodnie z procedurą AACC Method 88-04 [1] oraz metodą odciekową według Jao i wsp. [5].

Ocenę sensoryczną przeprowadzano metodą opracowaną przez Liu i wsp. [4] w odniesieniu do cech sensorycznych płatków owsianych. Przeszkolony 10-osobowy zespół oceniał cechy fizyczne płatków surowych, a po ich ugotowaniu – również smak oraz aromat płatków i supernatantu. Próby przygotowywano przez zmieszanie 20 g płatków ze 150 ml wrzącej wody. Do oceny płatków surowych stosowano skalę 35-punktową, a ugotowanych – 65-punktową. Ogólna maksymalna ocena mogła wynieść 100 pkt.

Oznaczenia wykonano w 3 powtórzeniach. Analizę statystyczną przeprowadzono w programie Statgraphics v.15. Wyniki przedstawiono w postaci wartości średnich i odchyłeń standardowych. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana ($p = 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Zgodnie z celem i zakresem prac przeprowadzono badania porównawcze ukierunkowane na określenie najważniejszych cech decydujących o jakości płatków zbożowych. W poprzedniej publikacji porównano skład chemiczny 4 sortymentów krajowych i zagranicznych płatków zbożowych [2]. Wyniki analizy wybranych cech fizycznych płatków zbożowych różnego pochodzenia zamieszczono w tab. 1.

Pod względem analizowanych cech fizycznych badane płatki wykazywały niewielkie zróżnicowanie. Dotyczyło to przede wszystkim barwy produktu mierzonej parametrami L^* , a^* i b^* . Największą jasnością charakteryzowały się płatki jaglane, a najmniejszą – pszenne i orkiszowe. Wartości liczbowe omawianego parametru wynikały bezpośrednio z jasnej barwy surowców użytych do produkcji płatków, jednak obserwowane zmiany nie były statystycznie istotne. Podobnie przedstawiały się rezultaty badań pozostałych parametrów barwy.

Hu i wsp. [3] wykazali, że chińskie płatki owsiane cechowały się najwyższymi wartościami L^* i a^* , ale były one niższe w porównaniu z barwą próbek ze Stanów Zjednoczonych, Danii, Szwecji i Anglii. Konsumenci chińscy preferują płatki z owsa oplewionego, ponieważ mają one jasną barwę i wysoką wodochłonność po ugotowaniu. W badaniach własnych wykazano, że bez względu na zastosowaną metodę oznaczania wodochłonność płatków była najczęściej zróżnicowana w zakresie $100 \div 200$ g/100 g produktu. Jednak najwyższą wodochłonność (oznaczoną metodą wirówkową) zaobserwowano w przypadku płatków gryczanych i wynosiła ona 416 g/100 g produktu. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w rezultatach badań przeprowadzonych przez Rzedzickiego [10]. Wykazał on, że płatki owsiane charakteryzują się niskimi wartościami rozpuszczalności suchej masy (WSI), co odpowiada małej wodochłonności określonej w niniejszych badaniach.

Tabela 1. Wybrane cechy fizyczne płatków zbożowych różnego pochodzenia

Table 1. Chosen physical characteristics of cereal flakes of various origin

Sortyment płatków Assortment of flakes	L* jasność brightness	a* barwa czerwona i zielona redness and greenness	b* barwa żółta i niebieska yellowness and blueness	Wodochłonność Water absorption	
				metoda wirówkowa centrifugal method	metoda odciekowa drip method
Owsiane błyskawiczne Instant oat flakes	77,9 ^{cde} ± 2,7	3,1 ^{fg} ± 0,7	16,4 ^{bc} ± 1,5	118,5 ^{fg} ± 15,2	118,7 ^d ± 22,8
Owsiane ekologiczne Organic oat flakes	74,6 ^{ef} ± 2,6	3,6 ^{ef} ± 0,6	18,0 ^{bc} ± 1,6	111,8 ^{fgh} ± 12,1	123,5 ^d ± 23,3
Owsiane górskie Mountain oat flakes	73,1 ^f ± 1,8	4,6 ^d ± 0,3	20,9 ^a ± 0,8	102,6 ^h ± 8,3	92,5 ^e ± 27,1
Owsiane zwykłe Plain oat flakes	74,5 ^{ef} ± 1,2	3,9 ^e ± 0,5	20,3 ^b ± 0,8	107,2 ^{gh} ± 9,3	114,7 ^d ± 20,1
Jęczmienne zwykłe Plain barley flakes	80,1 ^{bcd} ± 4,2	1,8 ^h ± 0,3	12,8 ^{cd} ± 3,5	160,1 ^d ± 1,5	172,8 ^{ab} ± 9,5
Jaglano zwykłe Plain millet flakes	83,5 ^{ab} ± 1,2	0,7 ⁱ ± 0,2	18,8 ^{bc} ± 1,3	219,6 ^b ± 1,5	180,5 ^c ± 1,5
Pszenne zwykłe Plain wheat flakes	64,4 ^g ± 2,2	5,6 ^{bc} ± 0,5	15,8 ^{bc} ± 0,7	187,7 ^c ± 1,3	123,4 ^d ± 1,3
Orkiszowe zwykłe Plain spelt flakes	64,4 ^g ± 1,5	6,0 ^b ± 0,3	15,2 ^{bcd} ± 1,3	183,3 ^c ± 1,1	126,1 ^d ± 1,13
Żytnie zwykłe Plain rye flakes	64,7 ^g ± 2,4	5,2 ^{cd} ± 0,4	16,0 ^{bc} ± 1,0	178,7 ^c ± 4,7	159,2 ^c ± 1,3
Gryczane zwykłe Plain buckwheat flakes	55,3 ^h ± 1,3	7,1 ^a ± 0,1	16,0 ^{bc} ± 0,5	416,3 ^a ± 2,4	216,5 ^b ± 1,1
Niemieckie owsiane German oat flakes	77,9 ^{acde} ± 1,7	2,8 ^g ± 0,2	17,3 ^{bc} ± 1,6	120,1 ^f ± 1,8	164,6 ^c ± 2,6
Słowackie owsiane Slovak oat flakes	76,9 ^{def} ± 2,2	3,3 ^{efg} ± 0,3	16,9 ^{bc} ± 1,2	107,1 ^{gh} ± 2,0	121,4 ^d ± 1,9
Szwedzkie owsiane Swedish oat flakes	81,6 ^{abc} ± 1,0	1,9 ^h ± 0,2	13,4 ^{cd} ± 0,9	143,8 ^e ± 1,7	235,1 ^b ± 2,0
Angielskie owsiane English oat flakes	84,5 ^a ± 1,6	0,6 ⁱ ± 0,1	9,3 ± 1,0	177,0 ^c ± 3,1	344,1 ^a ± 4,2
\bar{X}	73,8	3,6	16,3	166,9	163,8
s / SD	8,4	1,9	2,9	79,0	64,5

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie (\bar{X}) ± odchylenia standardowe (s) / Table shows mean values (\bar{X}) ± standard deviations (SD); a, b, c – wartości średnie oznaczone różnymi literami w tej samej kolumnie różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values denoted by different letters and placed in the same column differ statistically significantly at $p < 0.05$.

Tabela 2. Wyniki punktowej oceny sensorycznej wybranych płatków zbożowych
 Table 2. Point scores in sensory evaluation of selected cereal flakes

Płatki Flakes	Przed gotowaniem Before cooking			Po gotowaniu / After cooking					Ocena ogólna [pkt] Overall score
	Kształt i wielkość Shape and size	Barwa Colour	Aromat Aroma	Barwa supernatantu Colour of supernatant	Ocena supernatantu podczas smakowania Score for supernatant while tasting	Ocena płatków pod- czas smakowania Score for flakes while tasting	Smak Flavour		
Owsiane błyskawiczne Instant oat flakes	12,1 ^{abcd} ± 4,5	9,7 ^{abcd} ± 1,3	6,5 ^c ± 0,7	6,6 ^{abc} ± 0,7	13,3 ^a ± 2,3	10,8 ^{abcd} ± 1,2	7,0 ^{bc} ± 1,0	65,7 ^{abc} ± 6,0	
Owsiane ekologiczne Organic oat flakes	14,2 ^{abc} ± 5,9	9,9 ^{abcd} ± 2,5	6,5 ^c ± 0,4	6,9 ^{abc} ± 0,52	12,9 ^{ab} ± 1,4	10,0 ^{abcde} ± 0,6	5,9 ^c ± 1,0	66,3 ^{abc} ± 8,6	
Owsiane górskie Mountain oat flakes	10,9 ^{bed} ± 3,8	11,5 ^{abcd} ± 1,9	6,7 ^c ± 0,9	6,8 ^{abc} ± 0,5	12,8 ^{ab} ± 2,0	10,8 ^{abcd} ± 1,6	6,7 ^c ± 1,3	65,8 ^{ab} ± 7,9	
Owsiane zwykłe Plain oat flakes	17,2 ^a ± 0,5	12,1 ^a ± 0,9	6,9 ^c ± 1,2	6,8 ^{abc} ± 0,6	10,2 ^{abcd} ± 4,1	10,3 ^{abcde} ± 0,3	7,5 ^{abc} ± 0,3	71,0 ^a ± 3,9	
Jęczmienne zwykłe Plain barley flakes	12,1 ^{abcd} ± 1,9	10,8 ^{abcd} ± 1,9	6,5 ^a ± 0,8	6,8 ^{abc} ± 0,7	10,8 ^{abc} ± 2,1	10,5 ^{abcde} ± 2,2	7,0 ^c ± 1,3	64,4 ^{abc} ± 2,6	
Jaglone zwykłe Plain millet flakes	7,5 ^d ± 2,4	11,3 ^{abc} ± 2,5	6,0 ^c ± 1,2	7,0 ^{ab} ± 2,2	8,8 ^{cde} ± 2,2	7,3 ^c ± 1,9	6,8 ^c ± 0,9	54,5 ^c ± 3,7	
Pszenne zwykłe Plain wheat flakes	16,3 ^{ab} ± 2,1	6,3 ^c ± 1,5	5,5 ^c ± 1,0	6,0 ^{bc} ± 1,2	6,8 ^{de} ± 2,2	9,3 ^{bcd} ± 1,5	7,0 ^c ± 1,4	57,0 ^{cde} ± 3,9	
Orkiszowe zwykłe Plain spelt flakes	12,5 ^{abcd} ± 2,93	8,0 ^{cde} ± 1,4	7,8 ^c ± 1,5	5,3 ^{bc} ± 1,3	5,0 ^e ± 0,6	10,0 ^{abcde} ± 1,6	6,5 ^c ± 1,0	55,0 ^{de} ± 4,3	
Żytnie zwykłe Plain rye flakes	11,7 ^{abcd} ± 2,4	8,5 ^{bcd} ± 1,3	6,8 ^c ± 2,4	6,8 ^{abc} ± 2,4	6,5 ^d ± 2,4	7,8 ^{de} ± 1,7	7,8 ^{abc} ± 1,7	55,8 ^{de} ± 4,2	

Platki Flakes	Przed gotowaniem Before cooking		Po gotowaniu / After cooking					Ocena ogólna [pkt] Overall score
	Kształt i wielkość Shape and size	Barwa Colour	Aromat Aroma	Barwa supernatantu Colour of supernatant	Ocena supernatantu podczas smakowania Score for supernatant while tasting	Ocena płatków pod- czas smakowania Score for flakes while tasting	Smak Flavour	
Gryczane zwykłe Plain buckwheat flakes	16,3 ^{ab} ± 3,5	8,0 ^{cde} ± 2,5	6,5 ^c ± 1,0	6,0 ^{bc} ± 1,4	9,3 ^{bed} ± 2,2	8,3 ^{cde} ± 2,1	5,8 ^c ± 1,5	60,0 ^{cde} ± 4,7
Niemieckie owsiane German oat flakes	11,0 ^{abcd} ± 1,8	7,8 ^{de} ± 1,7	19,6 ^a ± 1,4	4,6 ^c ± 0,8	6,4 ^{de} ± 1,0	12,4 ^{ab} ± 1,8	6,8 ^c ± 0,7	69,0 ^{ab} ± 4,2
Słowackie owsiane Slovak oat flakes	11,2 ^{bed} ± 1,6	9,0 ^{abcde} ± 1,1	19,2 ^a ± 2,0	5,4 ^{bc} ± 0,6	6,7 ^{de} ± 1,2	12,9 ^a ± 2,2	9,3 ^{ab} ± 1,8	73,7 ^a ± 5,6
Szwedzkie owsiane Swedish oat flakes	8,6 ^{cd} ± 0,3	8,2 ^{cde} ± 0,9	16,8 ^b ± 1,3	5,4 ^{bc} ± 0,7	6,2 ^{de} ± 0,9	13,1 ^a ± 2,4	9,5 ^a ± 1,6	67,8 ^{ab} ± 4,0
Angielskie owsiane English oat flakes	13,3 ^{abc} ± 2,0	11,7 ^{ab} ± 1,8	7,9 ^c ± 0,5	8,5 ^a ± 1,1	13,5 ^a ± 2,1	11,3 ^{abc} ± 1,7	7,8 ^{abc} ± 0,3	73,9 ^a ± 5,5
$\bar{X} \pm s / SD$	12,5 ± 2,7	9,5 ± 1,7	9,2 ± 5,0	6,3 ± 1,0	9,1 ± 2,9	10,4 ± 1,7	7,2 ± 1,1	64,5 ± 6,9

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

Płatki owsiane błyskawiczne, w odróżnieniu do innych sortymentów, produkowane są z pokrojonych ziarniaków owsa, z zastosowaniem innej technologii niż przy zwykłych płatkach oraz rygorystycznych parametrów procesów przygotowawczych i przetwórczych. Według Kowalewskiego [6] oraz Panasiewicza [9] wpływa to na cechy fizyczne płatków, głównie na wodochłonność. Zastosowanie operacji technologicznej krojenia (podziału) ziarniaków owsa oraz wykorzystanie zabiegów obróbki hydrotermicznej parą wodną wpływa na wymiary geometryczne płatków oraz ich barwę. W badaniach własnych (tab. 1) nie stwierdzono jednak statystycznie istotnych różnic między owsianymi płatkami błyskawicznymi a innymi badanymi płatkami zbożowymi.

Wyniki punktowej oceny sensorycznej płatków zbożowych różnego pochodzenia zamieszczono w tab. 2. Wszystkie badane płatki uzyskały oceną ogólną powyżej 50 pkt (na 100 pkt możliwych). Należy zaznaczyć, że uzyskane rezultaty były zróżnicowane w sposób statystycznie istotny. Najwyższą ocenę (według liczby punktów) uzyskały płatki owsiane zwykle produkcji polskiej, następnie słowackiej i angielskiej. Najmniejszą akceptacją odznaczały się płatki jaglane, pszenne (w tym orkiszowe) i żytnie. Można sądzić, że na wyniki analizy w dużym stopniu wpłynęły parametry oceny ugotowanych płatków podczas smakowania oraz kształt i wielkość płatków surowych.

Kulczak i wsp. [8] dokonali sensorycznej oceny wybranych przetworów zbożowych – jęczmiennych, owsianych i gryczanych (kaszek i ekstrudatów). Stwierdzili, że wszystkie badane produkty charakteryzowały się neutralnym zapachem i sypką konsystencją. Produkty jęczmienne i owsiane charakteryzowały się barwą jasnobezową, a gryczane – brązową. Z kolei uwodnione produkty ocenione w skali 5-punktowej były zbliżone pod względem wyglądu i barwy do ugotowanych tradycyjnych kasz łamanych. Oceniono je za wygląd na poziomie $4,5 \div 5$ pkt, a za barwę – 5 pkt. Charakteryzowały się sypką (zwłaszcza produkty jęczmienne), miękką konsystencją ($4,5 \div 5$ pkt) oraz swoistym zapachem i smakiem zbożowym w przypadku produktów z owsa i jęczmienia, a wyraźnym ostrym – gryczanym w przypadku produktu z gryki ($4,7 \div 5$ pkt). Hu i wsp. [3] podali, że Chińscy konsumenci preferują płatki owsiane z ziarna nagich form owsa, o wysokiej zawartości składników odżywczych i przyjemnym zapachu. Natomiast płatkom owsianym z Wielkiej Brytanii w ocenie sensorycznej przyznano wyższą liczbę punktów niż próbkom z innych badanych krajów.

Porównawcza ocena płatków zbożowych z różnych krajów pozwala określić ich walory jakości i specyfikę kulinarną. Informacje takie mogą umożliwić krajowym producentom płatków zbożowych rozszerzenie produkcji a także zwiększenie eksportu wyrobów o wysokich walorach handlowych. Uzyskane rezultaty badań potwierdzają szeroką ofertę rynkową i dobrą jakość płatków zbożowych produkowanych w naszym kraju.

Wnioski

1. Wykazano stosunkowo małe zróżnicowanie płatków zbożowych różnego pochodzenia pod względem barwy.
2. Ze względu na wodochłonność większość próbek płatków cechowała się zróżnicowaniem w zakresie $100 \div 200$ g/100 g, niezależnie od zastosowanej metody pomiaru. Jedynie wodochłonność płatków gryczanych wynosiła ponad 400 g/100 g produktu.
3. Cechy sensoryczne płatków zbożowych różnego pochodzenia zostały ocenione na poziomie powyżej 50 pkt (na 100 pkt), a różnice między wartościami średnimi były statystycznie istotne. Najwyżej oceniono płatki owsiane zwykle produkcji polskiej, a w dalszej kolejności – płatki słowackie i angielskie. Najniżej oceniono płatki jaglone, pszenne (w tym orkiszowe) i żytnie.

Literatura

- [1] AACC. Approved Methods. Water Hydration Capacity, Method 88-04. <http://www.galileo.usg.edu/express/link>
- [2] Achremowicz B., Haber T., Kaszuba J., Puchalski C., Wiśniewski R.: Płatki zbożowe – Ocena porównawcza. Część I. Porównanie składu chemicznego i mineralnego. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2016, **2** (26/49), 112-122.
- [3] Hu X.Z., Zheng J.M., Li X., Xu C., Zhao Q.: Chemical composition and sensory characteristics of oat flakes: A comparative study on naked oat flakes from China and hulled oat flakes from western countries. *J. Cereal Sci.*, 2014, **60** (2), 297-301.
- [4] Liu C.X., Wang A.N., Zhou S.M., Wang Q., Ren C.Z.: Oat flake quality evaluation and oat variety selection. *J. Chin. Cereals Oil Assoc.*, 2006, **24**, 42-46.
- [5] Jao Y.C., Chen A.H., Goldstein W.E.: Evaluation of corn protein concentrate: Extrusion study. *J. Food Sci.*, 1985, **50**, 1257-1288.
- [6] Kowalewski W.: Technologia przerobu owsa na płatki dla zakładów o małej i średniej zdolności przerobowej. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1998, **8**, 13-16.
- [7] Kuczyński A.P., Achremowicz B., Puchalski C.: Porównanie lepkości pozornej kleików otrzymanych z błyskawicznych płatków zbożowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, **6** (103), 75-86.
- [8] Kulczak M., Remiszewski M., Jeżewska M., Przygoński K., Przygodzki R.: Ocena składu chemicznego i jakości sensorycznej wybranych produktów zbożowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009, **3** (42), 402-407.
- [9] Panasiewicz M., Tatar A., Chudkowska M.: Ocena stopnia rozmywalności płatków owsianych błyskawicznych. *Inżynieria Rolnicza*, 2007, **5** (93), 321-330.
- [10] Rzedzicki Z.: Charakterystyka składu chemicznego wybranych przetworów owsianych. *Biul. IHAR*, 2006, **239**, 269-280.
- [11] Sobczyk A., Haber T., Witkowska K.: Wpływ dodatków płatków owsianych na jakość ciasta i pieczywa pszenne. *Acta Agrophys.*, 2010, **2** (16), 423-433.
- [12] Wood J.P.: Oat bran. Ed. AACC, St. Paul, Minesota, USA, 1993.

COMPARISON OF PHYSICAL AND SENSORY PROPERTIES OF CEREAL FLAKES OF VARIOUS ORIGIN

Summary

A comparative analysis was performed on 14 samples of different assortments of domestic and foreign cereal flakes. There were analysed Polish oat flakes (instant, organic, mountain, and plain), standard flakes produced from grains of different cereals (oats, barley, millet, wheat, spelt, rye, and buckwheat), and plain oat flakes manufactured in different countries (English, German, Polish, Slovak, and Swedish flakes). The colour of the flakes was determined using a reflectance colorimeter, and the water absorption thereof by a drip and centrifugal method. A comparative sensory analysis was carried out on raw and cooked cereals using a point method (rating: max 100 pts).

As regards their physical characteristics, the cereals tested were little differentiated; the differences were mainly in the colour of product. The millet flakes were characterized by the brightest colour and the wheat and spelt flakes by the darkest colour. Irrespective of the method applied, the water absorption of the majority of samples ranged from approx. 100 to over 200 g per 100 g of flakes. Only in the case of the water absorption of buckwheat flakes measured by a centrifugal method, its value was above 400 g/100 g. In the sensory analysis, the overall score rated was above 50/100 points for all the studied flakes. The results of the sensory evaluation were statistically significantly differentiated. The highest sensory acceptance (in terms of the number of points scored) received the plain oat flakes of the Polish, Slovak and English origin, whereas the lowest: the millet, wheat (including spelt), and rye flakes. The results of the overall sensory evaluation were impacted, to a great extent, by the size of raw flakes and the scores awarded to the features of the cooked flakes, i.e. the sensation in the mouth and shape.

Key words: cereal flakes, comparative studies, colour, water absorption, sensory evaluation ☒

AGNIESZKA FILIPIAK-FLORKIEWICZ, ADAM FLORKIEWICZ

WPLYW OBRÓBKI HYDROTERMICZNEJ NA ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH I BIOAKTYWNYCH KASZ I RYŻU

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu różnych sposobów obróbki hydrotermicznej (różniących się ilością wykorzystywanej wody) na zawartość składników odżywczych i bioaktywnych w wybranych sortymentach handlowych ryżu i kasz dostępnych na polskim rynku. Straty suchej masy wynoszące średnio 8,5 % w przypadku kasz gryczanych, 8,3 % – kasz jęczmiennych i 6,3 % – ryżu były najwyższe podczas gotowania tych surowców metodą „na sypko”. Zawartość białka była istotnie zróżnicowana w zależności od rodzaju surowca. Największe zmniejszenie zawartości tego składnika pod wpływem zabiegów hydrotermicznych wykazano w kaszach gryczanych, najmniejsze natomiast – w ryżu. W wyniku zastosowania procesu gotowania kasz i ryżu, niezależnie od sposobu, nastąpiło istotne zmniejszenie zawartości tłuszczu oraz związków mineralnych w postaci popiołu. Największą redukcję poziomu tych składników stwierdzono w ryżu (szczególnie pozbawionym łuski typu biały basmati). Zawartość błonnika pokarmowego uległa istotnemu zmniejszeniu pod wpływem obróbki hydrotermicznej. W przypadku kasz gryczanych i jęczmiennych zmniejszenie to wynosiło odpowiednio: 55,5 i 57,1 %, a sortymentów ryżu – średnio 28,4 %. Zabiegi hydrotermiczne, szczególnie z wykorzystaniem największych ilości wody (metoda na gęsto), powodowały istotne zmniejszenie zawartości związków fenolowych, które w kaszach jęczmiennych i gryczanych przekraczało 50 % wyjściowej ilości tych składników. Największą pojemnością antyoksydacyjną materiału nieprzetworzonego charakteryzowały się kasze gryczane i jęczmienne, a wśród nich kasza gryczana „BIO”. Zastosowane procesy obróbki kulinarnej w większości przypadków wpłynęły na obniżenie aktywności antyoksydacyjnej kasz gotowych do spożycia w stosunku do produktu surowego.

Słowa kluczowe: kasza, ryż, wartość odżywcza, obróbka hydrotermiczna, składniki bioaktywne

Wprowadzenie

Zboża należące w większości do jednorocznych roślin trawiastych stanowią podstawę żywienia ludności świata. Główne rośliny zbożowe to: pszenica (dominująca

Dr hab. inż. A. Filipiak-Florkiewicz, prof. nadzw., Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, dr inż. A. Florkiewicz, Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków.

Kontakt: a.filipiak-florkiewicz@ur.krakow.pl

w Europie), ryż (w Azji), kukurydza (w obu Amerykach), sorgo (w Afryce), a ponadto żyto, jęczmień, owies, proso i gryka (nienależąca do traw) [7]. Do produktów otrzymanych z ziarna zbóż należą mąki różnych typów, charakteryzujące się odmiennym stopniem wymiału i zawartością popiołu oraz kasze drobno- i gruboziarniste.

Do obróbki kulinarnej kasz najczęściej stosuje się proces gotowania, ewentualnie zapiekania. Gotowanie polega na ogrzewaniu surowców we wrzącej wodzie o temperaturze bliskiej lub równej 100 °C lub w środowisku pary wodnej. Podczas obróbki hydrotermicznej ziaren ryżu i kasz zmienia się zarówno ich wygląd zewnętrzny, jak i właściwości fizykochemiczne. Błonnik wchodzący w skład zewnętrznej okrywy ziarna ulega zmiękczeniu, białko – denaturacji, skrobia wchłania wodę, pęcznieje i ulega rozklejeniu na skutek wchłonięcia wody. Następuje znaczny przyrost masy i objętości potraw z kasz. Zdolność pęcznienia skrobi zależy od jej rodzaju, ilości wody użytej do gotowania i szybkości ogrzewania. Kasze można przygotować na kilka sposobów: na sypko, gęsto i półgęsto. W ryżu gotowanym na sypko ziarna skrobi pęcznią nieznacznie ze względu na ograniczoną ilość wody i ryż zachowuje swój kształt oraz nie pęka. Ryż gotowany na półgęsto jest lekko kleisty, ponieważ nadmiernie napęczniałe ziarna skrobi pękają i rozrywają całe ziarno, a wypływająca skrobia zlepia je. Podczas gotowania ryżu na gęsto ziarna pękają, tworząc gęstą i łatwą do formowania półpłynną masę [4, 30].

Produkty zbożowe wykazują na ogół słabszą pojemność przeciwutleniającą niż owoce i warzywa. Wyjątek stanowią otręby zbożowe, np. owsiane. W owsie związki fenolowe reprezentowane są przez wolne kwasy fenolowe, estry i glikozydy kwasów fenolowych oraz flawonole. W nasionach gryki oznaczono flawonoidy, takie jak: rutyna, kwercetyna, orientyna, izorientyna, witeksyna i izowiteksyna w sumarycznej ilości ok. 93 mg/100 g. W kaszach gryczanych, zarówno jasnych (nieprażonych), jak i ciemnych (prażonych) stwierdzono występowanie tylko dwóch flawonoidów: rutyny i izowiteksyny. Zawartość tych związków kształtuje się średnio na poziomie 18,8 mg/100 g w kaszach nieprażonych i 4,0 mg/100 g – w kaszach prażonych [5, 6].

Celem pracy była ocena wpływu różnych sposobów obróbki hydrotermicznej na zawartość składników odżywczych i bioaktywnych w wybranych sortymentach ryżu i kasz dostępnych na rynku polskim.

Material i metody badań

Material doświadczalny stanowiły wybrane sortymenty kasz, tj. gryczana („BIO”, nieprażona, prażona) i jęczmienna (pęczak, Mazurska perłowa drobna, Mazurska perłowa średnia, Mazurska perłowa gruba) oraz ryżu: biały (długoziarnisty „parboiled” – preparowany termicznie, długoziarnisty, basmati) i brązowy („parboiled”, naturalny) zakupionych w sklepach detalicznych na terenie Krakowa.

Tabela 1. Masa surowca i ilość wody użytej w trakcie obróbki hydrotermicznej, w zależności od rodzaju surowca i sposobu obróbki

Table 1. Quantity of raw material and volume of water used during hydrothermal treatment depending on type of raw materials and processing method

Produkt Product	Sposób obróbki Treatment method	Masa surowca Quantity of raw material [g]	Ilość wody Volume of water [dm ³]
Kasza gryczana Buckwheat groats	na sypko / loose-grains	300	0,45
	na gęsto / densely	300	0,66
	na półgęsto / half densely	300	0,96
Kasza jęczmienna 'Pearl' Barley Groats	na sypko / loose-grains	300	0,72
	na gęsto / densely	300	0,81
	na półgęsto / half densely	300	1,11
Ryż biały White rice	na sypko / loose-grains	300	0,63
	na gęsto / densely	300	0,27 + 0,54 (30 min)
	na półgęsto / half densely	300	0,37 + 0,74 (30 min)
Ryż brązowy Brown rice	na sypko / loose-grains	300	0,72
	na gęsto / densely	300	0,81
	na półgęsto / half densely	300	1,11

Kasze oraz ryż poddawano obróbce wstępnej, która obejmowała: przesiewanie, przebieranie i płukanie. Przebieranie wykonywano ręcznie, usuwano ziarna nieobłuszczone, poczerńałe, nasiona chwastów i plewy. Płukanie stosowano tuż przed obróbką cieplną kasz. Zastosowano trzy sposoby obróbki hydrotermicznej materiału różniące się ilością wody użytej w trakcie procesu (tab. 1).

Gotowanie na sypko

Do odmierzonej ilości wrzącej wody wsypywano kaszę/ryż, mieszano, zagotowywano, ogrzewano, ostrożnie mieszając do momentu wchłonięcia wody, następnie naczynie z kaszą/ryżem wstawiano do piekarnika i zapiekano w temp. 90 ÷ 100 °C do uzyskania miękkości konsumpcyjnej (ok. 30 min).

Gotowanie na gęsto i półgęsto

Kaszę/ryż zalewano 1/3 częścią letniej wody przeznaczonej do gotowania, mieszano i pozostawiano na 30 min do momentu wchłonięcia wody, następnie dodawano resztę odmierzonej ilości wrzącej wody i gotowano do momentu uzyskania miękkości konsumpcyjnej.

W procesie gotowania kasz i ryżu używano naczyń ze stali nierdzewnej oraz trzonu kuchennego elektrycznego REDFOX SPL-33EM (RM Gastro, Czechy), natomiast zapiekanie prowadzono w pojemnikach GN2/3-65 w piecu konwekcyjno-parowym, model 228128 (Hendi, Austria).

Wydajność procesu obliczano jako iloraz masy końcowej produktu (po zabiegach hydrotermicznych) do masy wyjściowej surowca po obróbce wstępnej i wyrażano w [%].

Oznaczenie zawartości suchej masy wykonywano metodą wagową według PN-ISO 712:2012 [17] przy użyciu suszarki Venticell 55Plus. Zawartość białka oznaczano metodą pośrednią Dumasa według PN-EN ISO 16634-1:2008 [18], przy użyciu urządzenia TruSpec N (Leco, USA). Ilość azotu przeliczano na zawartość białka, stosując współczynnik 5,9. Zawartość tłuszczu oznaczano według procedury własnej, metodą ekstrakcyjno-wagową. Około 2 g próbki mieszano z ziemią okrzemkową LecoDry (Leco, USA) w ilości ok. 1 g i umieszczano w gilzie ekstrakcyjnej. Ekstrakcję prowadzono przy użyciu analizatora TFE 2000 (Leco, USA), parametry ekstrakcji z użyciem ciekłego dwutlenku węgla o czystości 4,6: temperatura próbki 100 °C, ciśnienie robocze ok. 62 MPa, szybkość przepływu 2 l/min (w przeliczeniu na CO₂ po dekompresji), czas ekstrakcji statyczny – 15 min, dynamiczny – 35 min. Zawartość związków mineralnych w postaci popiołu oznaczano metodą mineralizacji na sucho według PN-EN ISO 2171: 2010 [19] w piecu muflowym, model LE6/11/B150 (Nabertherm, Niemcy) w atmosferze utleniającej w temp. 900 °C. Zawartość błonnika ogółem oznaczano metodą enzymatyczno-wagową AOAC 991.43 [2], polegającą na trawieniu próbki α -amylazą, proteazą i amyloglukozydazą. Stosowano enzymy i procedurę firmy Megazyme (Irlandia). Poprawność oznaczeń błonnika pokarmowego metodą enzymatyczną weryfikowano za pomocą „Zestawu kontrolnego TDF” firmy Megazyme.

Zawartość polifenoli ogółem oznaczano w ekstraktach metanolowo-acetonowych według Swain i Hillis [28], z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu’a (Sigma) i wyrażano jako ekwiwalent kwasu galusowego (GAE) w mg/100 g świeżej masy próbki. Potencjał antyoksydacyjny oznaczano w ekstraktach metanolowo-acetonowych metodą Re i wsp. [21], jako zdolność wygaszania rodnika ABTS^{•+} i wyrażano jako ekwiwalent troloxu (TE) w μ mol/g próbki. Ekstrakty metanolowo-acetonowe do oznaczania zawartości polifenoli ogółem oraz aktywności antyoksydacyjnej wykonywano według Bartonja i wsp. [3].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 10. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (Anova). Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana ($p = 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Skład chemiczny zbóż zależy od wielu czynników, spośród których za najważniejsze uważa się warunki atmosferyczne i uprawowe, w tym szczególnie nawożenie oraz odmianę. Podczas obróbki termicznej produktów zbożowych błonnik wchodzący w skład zewnętrznej okrywy ziarna ulega zmiękczeniu, białko – denaturacji, skrobia wchłania wodę, pęcznieje i ulega rozklejeniu. W przypadku kasz czy ryżu następuje

znaczny przyrost ich masy i objętości. Przyczynia się to do zwiększenia wydajności procesu. Kasza gryczana wykazuje najmniejszy przyrost objętości, gdyż jej ziarniaki nie zawierają warstwy aleuronowej bogatej w białko, a ziarna skrobiowe są najmniejsze [30]. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że wydajność potrawy była zależna od sposobu gotowania. Średnia wydajność gotowania kasz w zależności od sposobu wynosiła odpowiednio [%]: w przypadku kaszy gryczanej (metoda gotowania na sypko, na półgęsto, na gęsto) – 167,0, 235,1 i 326,8, kasz jęczmiennych – 201,7, 272,3 i 351,5, a ryżu – 219,8, 268,7 i 294,3. Kasze jęczmienne wiązały najwięcej wody niezależnie od sposobu gotowania (tab. 2). Jak podaje Zalewski [30], średni przyrost masy kasz gryczanych gotowanych na sypko wynosi 110 %, na gęsto – 200 % i na półgęsto – 300 %, a kasz jęczmiennych odpowiednio [%]: 200, 250 i 350. Rzedzicki i Wirkiowska [25] wykazali wodochłonność przetworów jęczmiennych na poziomie od 110,7 % (kasza jęczmienna) do 174,6 % (płatki jęczmienne). Produkty jęczmienne należy zaliczyć do tzw. *hot meals*, wymagających każdorazowo gotowania przed spożyciem. Takie produkty uzyskują bowiem pełną wodochłonność dopiero po skleikowaniu skrobi i denaturacji białka. W produktach wysoko przetworzonych zmianom wodochłonności towarzyszą zawsze zmiany rozpuszczalności suchej masy. Te cechy produktów są ze sobą ściśle powiązane, dlatego produkty o większej wodochłonności charakteryzują się mniejszą rozpuszczalnością suchej masy i odwrotnie [23].

Sucha masa surowego materiału zawierała się w zakresie $87,2 \div 92,4$ g/100 g (tab. 3). Zbliżone wyniki przedstawili Tyburcy (86,9 g/100 g) [29] i Rzedzicki (86,4 g/100 g) [23] w przypadku ryżu białego. Natomiast Heinemann i wsp. [11] w ryżu brązowym i brązowym „parboiled” oznaczyli odpowiednio: 87,4 i 87,9 g suchej masy w 100 g produktu.

Obróbka kulinarna ziaren ryżu spowodowała statystycznie istotne zmniejszenie zawartości suchej masy w produkcie. W ryżu gotowanym na sypko i na półgęsto oznaczono blisko trzykrotnie mniej suchej masy (odpowiednio: $35,9 \div 37,9$ g/100 g i $28,3 \div 35,7$ g/100 g). Istotnie mniej suchej masy stwierdzono w ryżu gotowanym na gęsto ($23,4 \div 30,9$ g/100 g) (tab. 3). Zmniejszenie zawartości suchej masy w tych produktach wynosiło $60 \div 70$ %. Podobne obserwacje odnotowali Poritosh i wsp. [20]. Stwierdzili oni, że pod wpływem obróbki kulinarnej zawartość suchej masy zmniejsza się o $69 \div 93$ %.

Podobne tendencje wystąpiły w przypadku kasz jęczmiennych. Podczas przygotowywania kasz gryczanych dodawano mniejsze ilości wody, dlatego końcowa zawartość suchej masy była większa w porównaniu z pozostałymi badanymi produktami.

Tabela 2. Wydajność procesu gotowania kasz i ryżu różnymi sposobami

Table 2. Boiling efficiency of groats and rice using different methods

Produkt Product	Sposób gotowania Boiling method	Wydajność Efficiency [%]
Kasza gryczana BIO BIO buckwheat groats	B	150,6
	C	214,7
	D	326,7
Kasza gryczana nieprażona Non-roasted buckwheat groats	B	175,6
	C	251,7
	D	337,5
Kasza gryczana prażona Roasted buckwheat groats	B	176,6
	C	238,8
	D	316,3
Kasza jęczmienna pęczak 'Pearl' barley groats	B	225,1
	C	238,0
	D	330,3
Kasza jęczmienna drobna Barley groats, fine-sized grains	B	275,7
	C	280,2
	D	327,8
Kasza jęczmienna średnia Barley groats, medium-sized grains	B	259,2
	C	303,5
	D	400,7
Kasza jęczmienna gruba Barley groats, coarse-sized grains	B	246,7
	C	267,6
	D	347,2
Ryż biały „parboiled” Parboiled white rice	B	216,8
	C	238,8
	D	280,1
Ryż biały długoziarnisty Long grain white rice	B	223,3
	C	302,1
	D	365,4
Ryż biały basmati White Basmati rice	B	215,7
	C	281,4
	D	244,2
Ryż brązowy „parboiled” Brown parboiled rice	B	223,8
	C	266,9
	D	278,1
Ryż brązowy naturalny Natural brown rice	B	219,4
	C	254,4
	D	303,7

Objaśnienia / Explanatory notes:

B – na sypko / loose-grains, C – na półgęsto / half densely, D – na gęsto / densely.

Tabela 3. Zawartość wybranych składników odżywczych w kaszach i ryżu poddanych różnym procesom kulinarnym [g/100 g produktu]

Table 3. Content of selected nutrients in groats and rice subjected to different culinary processes [g/100g of wet weight]

Produkt Product	Sposób gotowania Boiling method	Sucha masa Dry matter	Białko Protein	Tłuszcz Fat	Składniki mineralne w postaci popiołu Mineral compounds in the form of ash
Kasza gryczana BIO BIO buckwheat groats	A	88,70 ^d ± 0,11	12,5 ^d ± 0,09	3,0 ^d ± 0,12	2,0 ^d ± 0,01
	B	43,80 ^c ± 1,13	5,6 ^c ± 0,36	1,4 ^c ± 0,02	0,45 ^c ± 0,02
	C	34,40 ^b ± 0,28	4,7 ^b ± 0,09	1,0 ^b ± 0,04	0,26 ^b ± 0,0
	D	26,50 ^a ± 0,74	3,7 ^a ± 0,15	0,71 ^a ± 0,01	0,16 ^a ± 0,02
Kasza gryczana nieprażona Non-roasted buckwheat groats	A	89,30 ^d ± 0,05	12,9 ^d ± 0,11	3,3 ^d ± 0,03	1,9 ^d ± 0,01
	B	43,90 ^c ± 0,29	5,8 ^c ± 0,02	1,4 ^c ± 0,05	0,42 ^c ± 0,04
	C	34,40 ^b ± 1,71	5,4 ^b ± 0,01	0,8 ^b ± 0,02	0,27 ^b ± 0,02
	D	25,50 ^a ± 0,58	3,7 ^a ± 0,06	0,58 ^a ± 0,03	0,15 ^a ± 0,01
Kasza gryczana prażona Roasted buckwheat groats	A	90,70 ± 0,12	13,1 ^d ± 0,32	3,3 ^d ± 0,18	1,9 ^d ± 0,01
	B	47,20 ± 1,22	6,6 ^c ± 0,3	1,2 ^c ± 0,09	0,51 ^c ± 0,02
	C	35,80 ± 1,03	5,4 ^b ± 0,12	1,0 ^b ± 0,03	0,28 ^b ± 0,01
	D	27,70 ± 0,11	3,9 ^a ± 0,08	0,78 ^a ± 0,02	0,17 ^a ± 0,0
Kasza jęczmienna pęczak 'Pearl' barley groats	A	87,20 ^c ± 0,02	11,7 ^d ± 0,12	1,4 ^d ± 0,02	0,91 ^b ± 0,01
	B	35,90 ^b ± 0,15	6,0 ^c ± 0,12	0,24 ^a ± 0,0	0,15 ^c ± 0,01
	C	34,40 ^b ± 1,38	4,8 ^b ± 0,06	0,27 ^b ± 0,01	0,14 ^c ± 0,01
	D	25,05 ^a ± 1,89	3,7 ^a ± 0,08	0,3 ^c ± 0,03	0,08 ^a ± 0,01
Kasza jęczmienna drobna Barley groats, fine-sized grains	A	87,70 ^d ± 0,01	9,9 ^c ± 0,04	1,3 ^d ± 0,02	0,86 ^b ± 0,02
	B	30,20 ^c ± 0,59	3,7 ^b ± 0,05	0,24 ^c ± 0,0	0,10 ^d ± 0,01
	C	28,00 ^b ± 0,20	3,6 ^b ± 0,02	0,20 ^b ± 0,0	0,09 ^c ± 0,01
	D	21,70 ^a ± 0,22	2,9 ^a ± 0,02	0,18 ^a ± 0,01	0,06 ^a ± 0,0
Kasza jęczmienna średnia Barley groats, medium-sized grains	A	88,80 ^d ± 0,07	10,6 ^d ± 0,06	3,2 ^c ± 0,06	0,90 ^d ± 0,0
	B	30,70 ^c ± 0,05	3,7 ^c ± 0,03	0,3 ^b ± 0,02	0,11 ^c ± 0,0
	C	28,90 ^b ± 0,57	3,5 ^b ± 0,03	0,22 ^a ± 0,0	0,09 ^b ± 0,01
	D	21,00 ^a ± 0,26	2,5 ^a ± 0,02	0,21 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,0
Kasza jęczmienna gruba Barley groats, coarse-sized grains	A	89,0 ^d ± 0,02	11,5 ^c ± 0,01	1,1 ^c ± 0,06	1,1 ^d ± 0,02
	B	32,60 ^c ± 0,37	3,9 ^b ± 0,01	0,3 ^b ± 0,0	0,12 ^c ± 0,0
	C	30,90 ^b ± 0,25	3,8 ^b ± 0,03	0,28 ^a ± 0,01	0,10 ^b ± 0,0
	D	23,40 ^a ± 0,06	3,1 ^a ± 0,0	0,28 ^a ± 0,01	0,06 ^a ± 0,01
Ryż biały „parboiled” Parboiled white rice	A	87,9 ^d ± 1,28	7,6 ^c ± 0,13	0,4 ^b ± 0,07	0,6 ^d ± 0,00
	B	37,1 ^b ± 0,16	2,5 ^a ± 0,00	0,1 ^a ± 0,02	0,2 ^b ± 0,00
	C	31,0 ^c ± 0,07	3,1 ^b ± 0,05	0,1 ^a ± 0,00	0,2 ^c ± 0,00
	D	28,9 ^a ± 0,41	2,4 ^a ± 0,03	< LOQ	0,1 ^a ± 0,00

Ryż biały długozarnisty Long grain white rice	A	87,5 ^d ± 0,00	7,1 ^d ± 0,07	0,6 ^b ± 0,04	0,4 ^d ± 0,01
	B	37,4 ^c ± 0,81	3,2 ^c ± 0,03	0,1 ^a ± 0,00	0,1 ^c ± 0,00
	C	28,3 ^b ± 0,74	2,4 ^b ± 0,01	0,1 ^a ± 0,00	0,1 ^b ± 0,00
	D	23,4 ^a ± 0,09	2,0 ^a ± 0,05	< LOQ	0,1 ^a ± 0,00
Ryż biały basmati White Basmati rice	A	88,0 ^d ± 0,04	8,5 ^d ± 0,186	0,5 ^b ± 0,07	0,3 ^c ± 0,02
	B	36,7 ^c ± 0,42	3,7 ^c ± 0,02	0,1 ^a ± 0,00	0,1 ^b ± 0,00
	C	29,6 ^b ± 0,01	3,0 ^b ± 0,02	0,1 ^a ± 0,00	0,1 ^a ± 0,00
	D	23,8 ^a ± 0,40	2,4 ^a ± 0,00	< LOQ	0,1 ^a ± 0,00
Ryż brązowy „parboiled” Brown parboiled rice	A	88,5 ^d ± 0,13	8,1 ^d ± 0,07	2,7 ^c ± 0,12	1,1 ^d ± 0,00
	B	37,9 ^c ± 0,03	3,6 ^c ± 0,00	1,0 ^b ± 0,00	0,5 ^c ± 0,00
	C	32,0 ^b ± 0,25	3,0 ^b ± 0,01	0,8 ^a ± 0,01	0,4 ^b ± 0,00
	D	30,9 ^a ± 0,19	2,8 ^a ± 0,04	0,8 ^a ± 0,00	0,4 ^a ± 0,00
Ryż brązowy naturalny Natural brown rice	A	92,4 ^b ± 6,34	7,3 ^c ± 0,06	2,5 ^{bc} ± 0,05	1,3 ^c ± 0,04
	B	35,9 ^a ± 0,72	3,1 ^b ± 0,00	0,7 ^{ab} ± 0,01	0,5 ^b ± 0,00
	C	35,7 ^a ± 0,94	3,0 ^b ± 0,00	0,8 ^b ± 0,01	0,5 ^b ± 0,00
	D	28,7 ^a ± 0,79	2,4 ^a ± 0,04	0,6 ^a ± 0,03	0,4 ^a ± 0,00

Objaśnienia / Explanatory notes:

A – surowe / raw, B – na sypko / loose-grains, C – na półgęsto / half densely, D – na gęsto / densely.

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0,05$;

< LOQ – wartość poniżej granicy oznaczalności wynoszącej dla tej metody 0,1 g/100 g / < LOQ value below the limit of quantification ratio, which is 0.1 g/100 g for this method.

Kasze gryczane zawierały istotnie więcej białka, średnio – 12,8 g/100 g, natomiast jęczmień – 10,9 g/100 g. Spośród badanych rodzajów ryżu największą zawartością białka charakteryzował się ryż biały basmati surowy (8,5 g/100 g). Pozostałe rodzaje ryżu nieprzetworzonego zawierały istotnie mniej tego składnika (7,1 ÷ 8,1 g/100 g) – tab. 3. Wyniki te są zbliżone do podanych przez Ziarno i Zarebę [32]. Według tych autorek ryż biały zawiera 6,7 g białka w 100 g produktu, a brązowy – 7,1 g. Heinemann i wsp. [11] wskazują, że zawartość białka w ryżu brązowym wynosi 6,8 g w 100 g, a w ryżu brązowym „parboiled” – 6,78 g/100 g. Rzedzicki i Kondzielska [24] analizowali skład chemiczny płatków ryżowych i stwierdzili, że zawarte w nich białko stanowi 7,8 % s.m. Znacznie mniejszą zawartość tego składnika (4,7 ÷ 5,69 g/100 g) w płatkach oznaczyli Rufián- Henares i wsp. [22].

Zastosowane metody obróbki kulinarnej spowodowały zmniejszenie zawartości tego składnika. W ryżu białym długozarnistym ilość białka zmniejszyła się nawet do poziomu 2 g/100 g. Na zmniejszenie zawartości białka w ryżu pod wpływem obróbki hydrotermicznej wskazują również badania, które przeprowadzili Poritosh i wsp. [20]. Zbliżone wyniki otrzymali także Maras i wsp. [14]. Kuakoon i wsp. [13] analizowali zawartość białka w 30 odmianach ryżu uprawianego w Tajlandii (w różnych warun-

kach środowiskowych) i stwierdzili, że jego poziom zawierał się w zakresie $6 \div 12$ g/100 g s.m.

Tłuszcz jest źródłem energii dla organizmu człowieka, jak również stanowi składnik budulcowy ścian komórkowych. Ponadto tłuszcz jest rozpuszczalnikiem i aktywatorem witamin A, D, E i K. Optymalna zawartość tłuszczu w diecie powinna dostarczać ok. $25 \div 30$ % energii [7]. Surowy ryż brązowy „parboiled” cechował się największą zawartością tłuszczu (3,1 g/100 g). W pozostałych sortymentach ryżu nieprzetworzonego było go $0,4 \div 2,7$ g/100 g (tab. 3). Nieznacznie mniej tłuszczu (2,6 g/100 g) oznaczyli Heinemann i wsp. [11] w ryżu brązowym oraz brązowym „parboiled”. Natomiast Zhou i wsp. [31] wskazują, że w 100 g ryżu brązowego znajduje się średnio 1,75 g tłuszczu. Podobną zawartość oznaczyły Ziarno i Zaręba [32]: w 100 g ryżu brązowego było 1,98 g tłuszczu, a w ryżu białym – 0,7 g/100 g.

Obróbka kulinarna ziaren ryżu spowodowała statystycznie istotne zmniejszenie zawartości lipidów w produkcie od wartości 0,1 g/100 g (poniżej progu oznaczalności) do 1,0 g/100 g. Tłuszcz jest składnikiem nierozpuszczalnym w wodzie, jednak zmniejszenie jego zawartości pod wpływem zastosowanej obróbki hydrotermicznej było znaczne. Podobne ilości tłuszczu w ugotowanym białym ryżu oznaczyli Poritosh i wsp. [20].

Popiół jest produktem pozostałym po całkowitym spaleniu substancji organicznych w produktach żywnościowych w takich warunkach, w jakich nie następuje rozkład chlorków i utlenianie się chloru. W zależności od tworzących go pierwiastków nadaje produktom charakter kwasowy bądź zasadowy. Największą zawartością popiołu charakteryzowały się kasze gryczane ($1,9 \div 2,0$ g/100 g), natomiast kasze jęczmienne i ziarno ryżu zawierały go średnio o ponad połowę mniej ($0,3 \div 1,3$ g/100 g) – tab. 3. Andersson i wsp. [1] dowiedli, że w ziarnach jęczmienia pozbawionego łuski znajduje się średnio 2 % popiołu.

Obróbka kulinarna spowodowała istotne zmniejszenie zawartości popiołu w analizowanych produktach. Najmniej popiołu stwierdzono w gotowanych kaszach jęczmiennych i ryżu pozbawionym łuski (białym „parboiled”, długoziarnistym i basmati) – $0,05 \div 0,5$ g/100 g, zaś kasze gryczane oraz ryż brązowy (wszystkie rodzaje) zawierały go istotnie więcej – $0,15 \div 0,51$ g/100 g (tab. 3).

Składniki włókna pokarmowego nie są rozkładane przez enzymy trawienne, więc ich rola jako źródła energii w racji pokarmowej jest znikoma ($8,3 \div 12,6$ kJ/g). W przewodzie pokarmowym włókno wiąże wiele substancji (w tym cholesterol i kwasy żółciowe) oraz wpływa na trawienie innych składników diety [9]. W surowych ziarnach ryżu największą zawartość błonnika ogółem oznaczono w ryżu brązowym ($5,1 \div 8,2$ g/100 g), natomiast w pozostałych, nieprzetworzonych rodzajach ryżu, jego zawartość była znacznie mniejsza i wahała się od poziomu poniżej LOQ w zakresie $0,1 \div 1,4$ g/100 g (tab. 4).

Tabela 4. Zawartość błonnika ogółem, związków fenolowych oraz aktywność antyoksydacyjna w kaszach i ryżu w zależności od ich obróbki hydrotermicznej

Table 4. Contents of total fibre, phenolic compounds, and antioxidant activity in groats and rice depending in their hydrothermal treatment

Produkt Product	Metoda gotowania Boiling method	Błonnik ogółem [g/100 g produktu] Total fibre [g/100 g of product]	Związki fenolowe [mg/100g produktu] Phenolic compounds [mg/100g of product]	Aktywność antyoksydacyjna [mmol TE/g produktu] Antioxidant activity [mmol TE/g of product]
Kasza gryczana BIO BIO buckwheat groats	A	1,2 ^d ± 0,04	42,3 ^d ± 1,3	4,50 ^{ab} ± 0,39
	B	0,41 ^c ± 0,02	9,9 ^c ± 0,5	4,50 ^b ± 0,24
	C	0,24 ^b ± 0,01	5,7 ^b ± 0,2	3,70 ^a ± 0,01
	D	0,10 ^a ± 0,02	4,4 ^a ± 0,4	3,80 ^{ab} ± 0,27
Kasza gryczana nieprażona Non-roasted buckwheat groats	A	1,1 ^d ± 0,02	54,7 ^d ± 1,2	3,50 ^b ± 0,03
	B	0,32 ^c ± 0,03	9,1 ^c ± 1,5	2,80 ^a ± 0,18
	C	0,21 ^b ± 0,02	7,0 ^b ± 0,5	3,00 ^a ± 0,07
	D	0,11 ^a ± 0,02	5,2 ^a ± 0,1	3,10 ^a ± 0,20
Kasza gryczana prażona Roasted buckwheat groats	A	1,1 ^d ± 0,02	28,4 ^d ± 1,1	3,50 ^b ± 0,05
	B	0,41 ^c ± 0,02	13,6 ^c ± 0,3	3,00 ^a ± 0,16
	C	0,19 ^b ± 0,01	9,8 ^b ± 0,4	3,10 ^{ab} ± 0,14
	D	0,11 ^a ± 0,0	6,3 ^a ± 0,2	3,10 ^a ± 0,15
Kasza jęczmienna pęczak 'Pearl' barley groats	A	1,1 ^d ± 0,03	21,2 ^d ± 0,9	4,10 ^b ± 0,54
	B	0,33 ^c ± 0,02	9,3 ^c ± 0,5	3,00 ^a ± 0,10
	C	0,14 ^b ± 0,0	3,4 ^b ± 0,1	3,00 ^a ± 0,10
	D	0,06 ^a ± 0,0	1,9 ^a ± 0,2	2,80 ^a ± 0,32
Kasza jęczmienna drobna Barley groats, fine-sized grains	A	1,1 ^d ± 0,05	17,8 ^d ± 0,8	3,90 ^b ± 0,01
	B	0,21 ^c ± 0,01	2,7 ^b ± 0,4	2,30 ^a ± 0,29
	C	0,18 ^b ± 0,01	4,5 ^c ± 0,3	2,40 ^a ± 0,10
	D	0,10 ^a ± 0,01	1,8 ^a ± 0,1	2,60 ^a ± 0,06
Kasza jęczmienna średnia Barley groats, medium-sized grains	A	1,1 ^d ± 0,01	21,2 ^c ± 0,9	4,10 ^d ± 0,05
	B	0,29 ^c ± 0,0	3,4 ^b ± 0,4	2,90 ^c ± 0,00
	C	0,17 ^b ± 0,02	3,4 ^b ± 0,2	2,90 ^b ± 0,01
	D	0,08 ^a ± 0,0	2,6 ^a ± 0,1	2,70 ^a ± 0,01
Kasza jęczmienna gruba Barley groats, coarse-sized grains	A	0,99 ^d ± 0,01	15,8 ^d ± 1,0	4,30 ^b ± 0,96
	B	0,25 ^c ± 0,01	4,3 ^c ± 0,2	2,80 ^a ± 0,33
	C	0,15 ^b ± 0,01	2,7 ^b ± 0,4	2,30 ^a ± 0,35
	D	0,09 ^a ± 0,0	1,7 ^a ± 0,1	2,60 ^a ± 0,11
Ryż biały „parboiled” Parboiled white rice	A	1,1 ^c ± 0,02	22,4 ^c ± 1,5	1,73 ^b ± 0,07
	B	0,4 ^b ± 0,04	9,5 ^b ± 0,8	1,62 ^a ± 0,02
	C	< LOQ	8,9 ^b ± 0,4	1,73 ^b ± 0,05
	D	0,4 ^b ± 0,01	6,0 ^a ± 0,6	1,72 ^b ± 0,03

Ryż biały długoziarnisty Long grain white rice	A	$1,4^b \pm 0,16$	$60,7^d \pm 2,1$	$1,61^a \pm 0,02$
	B	< LOQ	$25,1^c \pm 1,0$	$1,65^a \pm 0,09$
	C	< LOQ	$8,5^a \pm 0,4$	$1,61^a \pm 0,09$
	D	$0,1^a \pm 0,05$	$10,9^b \pm 0,6$	$1,68^a \pm 0,05$
Ryż biały basmati White Basmati rice	A	< LOQ	$33,4^b \pm 1,2$	$1,66^c \pm 0,12$
	B	< LOQ	$4,9^a \pm 0,1$	$1,43^b \pm 0,03$
	C	< LOQ	$4,7^a \pm 0,2$	$1,65^c \pm 0,06$
	D	< LOQ	$4,4^a \pm 0,1$	$1,26^a \pm 0,06$
Ryż brązowy „parboiled” Brown parboiled rice	A	$8,2^b \pm 0,24$	$101,4^d \pm 2,3$	$1,64^b \pm 0,03$
	B	$1,3^a \pm 0,76$	$34,2^c \pm 1,0$	$1,71^c \pm 0,02$
	C	$2,4^a \pm 0,08$	$25,8^b \pm 0,7$	$1,56^a \pm 0,05$
	D	$1,6^a \pm 0,20$	$14,0^a \pm 0,2$	$1,56^a \pm 0,05$
Ryż brązowy naturalny Natural brown rice	A	$5,1^b \pm 1,29$	$94,7^d \pm 1,7$	$1,53^a \pm 0,01$
	B	$2,0^a \pm 0,12$	$13,4^c \pm 0,5$	$1,62^{ab} \pm 0,05$
	C	$1,3^a \pm 0,19$	$10,0^b \pm 0,4$	$1,66^b \pm 0,06$
	D	$1,9^a \pm 0,11$	$8,1^a \pm 0,2$	$1,65^b \pm 0,09$

Objaśnienia jak pod tab. 3. / Explanatory notes as in Tab. 3.

Według Góreckiej i wsp. [10] w ryżu białym długoziarnistym, białym „parboiled” oraz dzikim zawartość błonnika wynosi odpowiednio [g/100 g produktu]: 4,23, 4,04 i 12,57. Natomiast Paczkowska i Kunachowicz [16] oznaczyły w 100 g nieprzetworzonego ryżu białego 2,5 g substancji balastowych, a w ryżu brązowym – ok. 9 g.

Zastosowana obróbka hydrotermiczna spowodowała istotne zmiany zawartości substancji balastowych. W przypadku ryżu białego długoziarnistego oraz brązowego „parboiled” nastąpiło zmniejszenie udziału błonnika ogółem w suchej masie produktu. Zbieżne obserwacje odnotowała Górecka i wsp. [10]. Maras i wsp. [14] stwierdzili, że w 100 g ryżu brązowego po obróbce hydrotermicznej znajduje się 2 g błonnika, a w ryżu białym – ok. 1 g. Z kolei Poritosh i wsp. [20] wykazali, że średnia zawartość błonnika w ugotowanym ryżu białym wynosi 1,3 g/100 g produktu.

Zawartość związków fenolowych w surowcach nieprzetworzonych była istotnie zróżnicowana w zależności od sortymentu. Najmniejsze ilości tych składników występowały w kaszach gryczanych, jęczmiennych i w ryżu łuskanym ($15,8 \div 60,7$ mg/100 g), natomiast największe – w ryżu brązowym: $94,7 \div 101,4$ mg/100 g (tab. 4). Zastosowane zabiegi kulinarne spowodowały istotne zmniejszenie zawartości tych związków w produktach gotowych do spożycia. Redukcja poziomu związków fenolowych w kaszach jęczmiennych i gryczanych przekroczyła połowę ich wyjściowej ilości (średnio o 55,2 i 57,7 %), natomiast w ryżu – średnio o 43,7 %. W większości przypadków największa redukcja polifenoli nastąpiła podczas obróbki na gęsto. Sensoy i wsp. [26] badali zawartość związków polifenolowych i stwierdzili zwiększenie zawartości tych związków pod wpływem obróbki hydrotermicznej. Zawartość związków

fenolowych zwiększała się od 3,9 mg/100 g w temp. 23 °C do 13,2 mg kw. gallusowego/100 g w temp. 150 °C podczas ogrzewania mikrofalowego. Wpływ procesu hydrotermicznego na zawartość polifenoli oraz na aktywność antyoksydacyjną materiału roślinnego zależy od rodzaju surowca roślinnego. Zieliński i wsp. [35] zaobserwowali 5-krotny wzrost zawartości dominującego kwasu ferulowego w surowcu zbożowym po procesie ekstruzji. Cechą szczególną ziarniaków gryki jest znacząca zawartość komponentów wykazujących specyficzną biologiczną aktywność. Są to m.in. flawonoidy, kwasy fenolowe, skondensowane taniny, fitosterole i fagopiryryny [12]. Flawonoidy stanowią jednak główną grupę naturalnych składników antyoksydacyjnych występujących w ziarniakach gryki [15]. Stępińska i wsp. [27] badali wpływ obróbki termicznej na zawartość polifenoli ogółem oraz flawonoidów w ziarniakach gryki i stwierdzili, że obróbka termiczna w niewielkim stopniu wpływa na zmiany ich zawartości.

W badaniach własnych surowce charakteryzowały się średnią aktywnością antyoksydacyjną mierzoną na podstawie wygaszania wolnego rodnika ABTS^{•+} na poziomie 3,98 µmol TE/g (tab. 4). Największą pojemnością antyoksydacyjną wśród materiału nieprzetworzonego charakteryzowały się kasze gryczane i jęczmienne (3,5 ÷ 4,5 µmol TE/g), a wśród nich wyróżniającą aktywnością (4,5 µmol TE/g) odznaczała się kasza gryczana „BIO”. Znacznie mniejszą aktywność wykazywał ryż (1,53 ÷ 1,73 µmol TE/g). Zastosowane procesy obróbki hydrotermicznej wpłynęły na obniżenie aktywności antyoksydacyjnej kasz gotowych do spożycia w stosunku do produktu surowego. Największym obniżeniem pojemności antyoksydacyjnej w stosunku do surowca charakteryzowała się kasza jęczmienna gruba, gotowana na gęsto (o 46,5 %). Jedynym produktem, w którym nie wykazano zmian właściwości antyoksydacyjnych pod wpływem obróbki kulinarnej była kasza gryczana „BIO”. Zarówno w surowcu, jak i w produkcie gotowanym na sypko aktywność antyoksydacyjna wynosiła 4,5 µmol TE/g (tab. 4). Według Sensoy i wsp. [26] potencjał antyoksydacyjny kaszy gryczanej nieprażonej i prażonej wynosił odpowiednio: 2,13 i 2,14 µmol TE/g. Większość związków zaliczanych do grupy antyoksydantów wykazuje wysoki stopień labilności i małą odporność na czynniki środowiska, dlatego procesy przetwórcze powodują znaczne ich straty. Na przykład ogrzewanie produktów roślinnych w wodzie powoduje stosunkowo szybkie przenikanie ciepła do wnętrza tkanek, co z kolei jest przyczyną dłuższego wyeksponowania na ten czynnik całej objętości przetwarzanego produktu i dużych strat przeciwutleniaczy [8]. Stępińska i wsp. [27] przeprowadzili badania z wykorzystaniem kationorodnika ABTS^{•+} i stwierdzili, że ziarniak gryki po obróbce cieplnej wykazywały istotne zmniejszenie pojemności antyoksydacyjnej w stosunku do ziarniaków nieprzetworzonych. Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowany proces termiczny może sprzyjać obniżeniu pojemności antyoksydacyjnej ekstraktów gryczanych uzyskanych w 80-procentowym metanolu. Sensoy i wsp. [26] również stwierdzili, że prażenie w temp. 200 °C przez 10 min obniża aktywność antyoksydacyjną ziarniaków gryki,

natomiast prowadzony w temp. 170 °C proces ekstruzji nie przyczynia się do jej zmniejszenia. Zielińska i wsp. [34] badali pojemność antyoksydacyjną nasion gryki przed obróbką hydrotermiczną i po jej przeprowadzeniu. Zastosowali dwie metody polegające na badaniu zdolności ekstraktów buforowych i metanolowych (80-procentowych) do neutralizowania anionorodników ponadtlenkowych i w obu doświadczeniach wykazali zmniejszenie pojemności antyoksydacyjnej. Zieliński i wsp. [35] zaobserwowali 5-krotny wzrost zawartości dominującego kwasu ferulowego w surowcu zbożowym po procesie ekstruzji. Termiczna obróbka jęczmienia i owsa wyraźnie obniżyła aktywność ekstraktów zbożowych w porównaniu z materiałem wyjściowym [33]. Sensoy i wsp. [20] badali wpływ przetwarzania gryki na zawartość związków antyoksydacyjnych. Nie wykazali znaczących zmian pojemności antyoksydacyjnej w badanym materiale. Surowe nasiona gryki charakteryzowały się aktywnością antyoksydacyjną na poziomie 2,14 $\mu\text{mol TE/g}$ próbki, ekstrudowane – 2,12, a prażone – 1,85 $\mu\text{mol TE/g}$. Podczas ogrzewania w powietrzu wewnątrz produktu ma temperaturę niższą niż powierzchnia, co powoduje mniejsze straty antyoksydantów, dlatego też zalecane jest gotowanie surowców roślinnych przy udziale pary (lepiej przenosi ciepło i skraca czas obróbki cieplnej) [8].

Wnioski

1. Stwierdzono stosunkowo dużą wydajność zastosowanych zabiegów hydrotermicznych, którym poddano badane sortymenty kasz i ryżu, w szeregu wzrastającym: kasze gryczane < ryż < kasze jęczmienne. Sucha masa uległa w największym stopniu zmniejszeniu w produktach gotowanych na sypko.
2. Zawartość białka w badanych sortymentach surowca istotnie różniła się. Największe zmniejszenie zawartości tego składnika pod wpływem obróbki kulinarnej wykazano w kaszach gryczanych, natomiast najmniejsze – w ryżu.
3. Gotowanie kasz i ryżu, niezależnie od sposobu, wpłynęło istotnie na zmniejszenie zawartości tłuszczu oraz popiołu w największym stopniu w ryżu, szczególnie pozbawionym łuski typu biały basmati.
4. Zawartość błonnika pokarmowego uległa istotnemu zmniejszeniu pod wpływem stosowanych zabiegów hydrotermicznych. W kaszach gryczanych i jęczmiennych zmniejszenie przekroczyło 50 %, a w różnych sortymentach ryżu zbliżyło się do 30 %.
5. Obróbka hydrotermiczna, szczególnie metodą na gęsto, wpłynęła na istotne obniżenie poziomu związków fenolowych, które w kaszach jęczmiennych i gryczanych przekroczyło 50 %.
6. Największą pojemnością antyoksydacyjną materiału nieprzetworzonego charakteryzowały się kasze gryczane (szczególnie kasza „BIO”) i jęczmienne. Generalnie

zastosowane procesy obróbki kulinarnej obniżały aktywność antyoksydacyjną kasz gotowych do spożycia.

Pracę zrealizowano i sfinansowano w ramach DS./ 3707/15/KTGiK UR w Krakowie.

Literatura

- [1] Andersson A.A.M., Andersson R., Autio K., Aman P.: Chemical composition and microstructure of two naked waxy barleys. *J. Cereal Sci.*, 1999, **30**, 183-191.
- [2] AOAC: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 15th ed. Ed. K. Herlich. AOAC, Washington, DC, USA, 1990.
- [3] Bartoń H., Fołta M., Zachwieja Z.: Zastosowanie metod FRAP, ABTS i DPPH w badaniu aktywności antyoksydacyjnej produktów spożywczych. *Nowiny Lek.*, 2005, **74** (4), 510-513.
- [4] Czerwińska D.: Ryżowe pole do popisu. *Przegl. Gastr.*, 2005, **7-8**, 8-9.
- [5] Dietrych-Szóstak D., Oleszek W.: Zawartość związków flawonoidowych w kaszy gryczanej po ugotowaniu. *Mat. II Konf. Nauk. „Żywność a zdrowie”*, Łódź 1999.
- [6] Dietrych-Szustak D., Oleszek W.: Obróbka technologiczna a zawartość antyoksydantów w przetworach gryczanych. *Przem. Spoż.*, 2001, **1**, 42-43.
- [7] Gawęcki J., Hryniewiecki L.: Żywność człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2007, ss. 69-312.
- [8] Gumul D., Korus J., Achremowicz B.: Wpływ procesów przetwórczych na zawartość przeciwutleniającą surowców pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4** (45) Supl., 41-48.
- [9] Górecka D.: Błonnik pokarmowy. Znaczenie żywieniowe i technologiczne. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2008, **11**, 23.
- [10] Górecka D., Korczak J., Heś M., Szymadera-Buszka K., Flaczyk E., Czachor G.: Wpływ obróbki termicznej ryżu na zawartość i skład błonnika pokarmowego. *Żyw. Człow. Met.*, 2007, **3/4**, 1206-1210.
- [11] Heinemann R.J.B., Fagundes P.L., Pinto E.A., Panteado M.V.C., Lafner-Marquez U.M.: Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. *J. Food Compos. Anal.*, 2005, **18**, 287-296.
- [12] Krkoskova B., Mrazova G.: Prophylactic components of buckwheat. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 561-565.
- [13] Piyachomkwan K., Chatakanonda P., Wansuksri R., Sriroth K.: Grain quality index for evaluating the textural properties of cooked rice. In: *Starch: Progress in structural studies, modifications and applications*. Eds. P. Tomasik, E. Bertoft. Oddział Małopolski PTTŻ, Kraków 2004, pp. 235-244.
- [14] Maras J.E., Newby P.K., Bakun P.J., Ferrucci L., Tucker K.L.: Whole grain intake: The Baltimore longitudinal study of aging. *J. Food Compos. Anal.*, 2009, **22**, 53-58.
- [15] Oomah B.D., Mazza G.: Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. *J. Agric Food Chem.*, 1996, **44**, 1746-1750.
- [16] Paczkowska M., Kunachowicz H.: Wpływ błonnika pokarmowego na wykorzystanie zawartych w żywności składników mineralnych. *Żyw. Człow. Met.*, 2006, **4**, 364-371.
- [17] PN-EN ISO 712:2012. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie wilgotności. Metoda odwoławcza.

- [18] PN-EN ISO 16634-1:2008. Produkty żywnościowe. Oznaczanie całkowitej zawartości azotu przez spalanie zgodnie z zasadą Dumas i obliczanie zawartości białka ogólnego. Część 1: Nasiona roślin oleistych i pasze.
- [19] PN-EN ISO 2171:2010. Ziarno zbóż, nasiona roślin strączkowych i ich przetwory. Oznaczanie zawartości popiołu metodą spalania.
- [20] Poritosh R., Tsutomu I., Hiroshi O., Daisuke N., Takahiro O., Nobutaka N., Takeo S.: Effect of processing conditions on overall energy consumption and quality of rice (*Oryza sativa* L.). J. Food Eng., 2008, **89**, 343-348.
- [21] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biol. Med., 1999, **26 (9-10)**, 1231-1237.
- [22] Rufián-Henares J.A., Delgado-Andrade C., Morales F.J.: Analysis of heat- damage indices in breakfast cereals: influence of composition. J. Cereal Sci., 2006, **43**, 63-69.
- [23] Rzedzicki Z.: Badania składu chemicznego wybranych błyskawicznych zbóż śniadaniowych. Bromat. Chem. Toksykol., 2005, **38**, 141-146.
- [24] Rzedzicki Z., Kondzielska L.: Charakterystyka składu chemicznego wybranych nisko przetworzonych zbóż śniadaniowych ze szczególnym uwzględnieniem frakcji błonnika pokarmowego. Bromat. Chem. Toksykol., 2006, **1**, 39-47.
- [25] Rzedzicki Z., Wirkijowska A.: Charakterystyka składu chemicznego przetworów jęczmiennych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **1 (56)**, 52-64.
- [26] Sensoy I., Rosen T., Ho C.T., Karwe M.V.: Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity. Food Chem., 2006, **99**, 388-393.
- [27] Stempińska K., Soral-Śmietana M., Zieliński H., Michalska A.: Wpływ obróbki termicznej na skład chemiczny i właściwości przeciwutleniające ziarniaków gryki. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **5 (54)**, 66-76.
- [28] Swain T., Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food. Agric., 1959, **10**, 63-68.
- [29] Tyburcy A.: Znaczenie zbóż w żywieniu człowieka. Przegl. Zboż. Młyn., 2007, **4**, 9-10.
- [30] Zalewski S.: Podstawy technologii gastronomicznej. WNT, Warszawa 2011.
- [31] Zhou Z., Robards K., Helliwell S., Blanchard C.: Composition and functional properties of rice. Int. J. Food Sci. Technol., 2002, **37**, 849-868.
- [32] Ziarno M., Zaręba D.: Ryż - cenny składnik żywności. Przem. Spoż., 2008, **5**, 22-26.
- [33] Zieliński H., Kozłowska H.: Antioxidant activity and total phenolic in selected cereal grains and their different morphological fractions. J. Agric Food Chem., 2000, **48**, 2008-2016.
- [34] Zielińska D., Szawara-Nowak D., Ornatowska A., Wiczkowski W.: Use of cyclic voltammetry, photochemiluminescence, and spectrophotometric methods for the measurement of the antioxidant capacity of buckwheat sprouts. J. Agric. Food Chem., 2007, **55 (24)**, 9891-9898.
- [35] Zieliński H., Michalska A., Piskula M.K., Kozłowska H.: Antioxidants in thermally treated buckwheat groats. Mol. Nutr. Food Res., 2006, **50 (9)**, 824-832.

EFFECT OF HYDROTHERMAL TREATMENT ON CONTENT OF NUTRIENTS AND BIOACTIVE COMPONENTS IN GROATS AND RICE**S u m m a r y**

The objective of the research study was to assess the effect of different hydrothermal treatment methods (which differed in the volume of the water consumed) on the content of nutrients and bioactive components in the selected varieties of groats and rice available in the Polish market. The highest losses were reported when those raw materials were boiled using a 'loose-grains' method; the average dry mass losses were as follows: buckwheat groats: 8.5 %; barley groats: 6.3 % ; rice: 6.3 %. The content of protein was significantly differentiated and depended on the type of the raw material. The highest hydrothermal treatment-dependent decrease in the content of this component was found in the buckwheat groats and the lowest in the rice. Irrespective of the boiling method, the boiling of groats and rice resulted in the significant decrease in the content of lipids and mineral compounds in the form of ashes. The highest decrease in the level of those components was reported in rice (in particular in the de-hulled Basmati rice). The content of dietary fibre was significantly reduced; this was the effect of hydrothermal treatment. As for the buckwheat and barley groats, the reduction reported was, respectively, 55.5 % and 57.1 %, and as for the various rice types: 28.4 % on average. The hydrothermal treatment processes caused the contents of phenolic compounds to significantly decrease, especially those that consumed the highest volumes of water (the so called 'dense cooking method'); as regards the barley and buckwheat groats, that decrease exceeded 50 % of the initial amount of those components. The buckwheat and barley groats, and among them the BIO buckwheat groats, were characterised by the highest antioxidative capacity of the unprocessed material. In most cases, the methods of culinary treatment processes applied impacted the decrease in the antioxidative activity of the processed groats compared to the raw material.

Key words: groats, rice, nutritional value, hydrothermal treatment, bioactive components 

DOBRAWA KWAŚNIEWSKA, DARIA WIECZOREK

OCENA WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCYCH CYDRÓW

Streszczenie

Cydr jest napojem alkoholowym szczególnie popularnym w Europie Zachodniej, otrzymywanym metodą tradycyjną w następujących po sobie dwóch procesach fermentacji: alkoholowej i jabłkowomlekowej. Również wśród polskich konsumentów obserwuje się wzrost zainteresowania tym napojem. Skłoniło to autorów do podjęcia próby oceny właściwości przeciwutleniających kilku dostępnych na polskim rynku cydrów. W ramach prowadzonych badań oznaczono ogólną zawartość polifenoli. Aktywność przeciwrodnikową badanych cydrów oznaczono metodą spektrofotometryczną z wykorzystaniem rodnika DPPH. Prowadzone badania miały na celu także ocenę potencjału przeciwutleniającego TEAC. Do określenia zależności pomiędzy parametrami związanymi z właściwościami przeciwutleniającymi zastosowano analizę składowych głównych PCA.

Uzyskane wyniki wskazują na różnicowanie cydrów dostępnych na polskim rynku pod względem zawartości polifenoli ogółem ($239,54 \div 582,44$ mg/l). Potwierdzeniem tej zawartości były wartości siły redukującej FRAP i potencjału przeciwutleniającego TEAC. Wartości parametru EC_{50} oraz AP_{DPPH} były różnicowane i nieproporcjonalne do uzyskanych pozostałymi metodami. W rezultacie prowadzonych badań stwierdzono, że właściwości przeciwutleniające cydrów są słabsze w porównaniu np. z właściwościami win.

Słowa kluczowe: właściwości przeciwutleniające, polifenole, cydr, metoda FRAP, metoda DPPH, metoda Folina-Ciocalteu'a

Wprowadzenie

Cydr jest popularnym napojem alkoholowym w Europie Zachodniej, szczególnie w regionach, w których uprawa winorośli jest ograniczona ze względu na uwarunkowania klimatyczne. Tradycyjne metody wytwarzania cydru są bardzo proste. Początkowo miażdży się owoce za pomocą prasy mechanicznej w celu wyciśnięcia soku. Zachodząca następnie fermentacja odbywa się w sposób naturalny przy udziale mikro-

Dr D. Kwaśniewska, dr inż. D. Wieczorek, Katedra Technologii i Analizy Instrumentalnej, Wyzd. Towaroznawstwa, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań. Kontakt: dobrawa.kwasniewska@ue.poznan.pl

flory zasiedlającej owoce, elementy prasy lub beczki fermentacyjne. Cydr uzyskany metodami tradycyjnymi charakteryzuje się różnorodnością aromatów, nierzadko jednak tradycyjne metody wytwarzania tego trunku obarczone są zagrożeniami wynikającymi z niekontrolowanej fermentacji [22]. Tradycyjny proces wyrobu cydru składa się z dwóch następujących po sobie procesów fermentacji. Pierwszy z nich stanowi konwersja cukrów do etanolu przy udziale drożdży w ramach fermentacji alkoholowej. Drugim natomiast jest proces fermentacji mlekowo-jabłkowej polegający na przekształceniu kwasu jabłkowego w mlekowy. Skutkiem tego etapu jest także zmniejszenie kwasowości cydru [32]. Większość dostępnych na rynku cydrów wytwarzana jest jednak metodą przemysłową, która obejmuje jedynie etap fermentacji alkoholowej.

Na jakość cydru, poza przebiegiem fermentacji, duży wpływ ma zawartość polifenoli. Związki te odpowiedzialne są za barwę, cierpkość oraz aromat cydru. Dowiedzono także, że inhibują działanie mikroorganizmów, np. *Zymomonas mobilis*, odpowiedzialnych za psucie cydru [2, 9, 17].

Polifenole są grupą związków, wśród których wyróżnia się kilka klas, a mianowicie: kwasy fenolowe, flawonoidy (flawonole, flawony, flawanony, flawanonole, izoflawony i antocyjanidyny), stylbeny oraz lignany. Poza wpływem na profil sensoryczny owoców, warzyw i produktów ich przerobu dowiedziono, że polifenole działają jako przeciwutleniacze, a tym samym zapobiegają procesom utleniania LDL-lipoprotein, agregacji płytek krwi oraz uszkodzeniu czerwonych krwinek. Polifenolom przypisuje się także działanie antykancerogenne, antymutagenne, przeciwbakteryjne, a także chelatujące metale [5, 11]. Dane te wskazują, że warto świadomie sięgać po produkty bogate w związki zaliczane do polifenoli.

Profil polifenolowy jabłek, a tym samym cydru, zależy od: odmiany jabłek, klimatu, stopnia dojrzałości, przechowywania oraz przetwarzania. Przyjmuje się, że spośród różnych klas polifenoli w jabłkach najwięcej jest procyanidów – 40 ÷ 89 %, kolejnym pod względem zawartości jest kwas hydroksycynamonowy, następnie dihydrochalkony, flawonole, antocyjany oraz flawon-3-ole [23].

Celem niniejszej pracy była ocena właściwości przeciwutleniających pięciu dostępnych na rynku cydrów.

Material i metody badań

Badaniom poddano pięć cydrów zakupionych w handlu detalicznym. Były to, z wyjątkiem cydru nr 2, napoje wyprodukowane w Polsce. Zgodnie z deklaracją producenta cydru charakteryzowały się taką samą zawartością alkoholu, tj. 4,5 %. Każdy z produktów poddanych badaniom był gazowany, czyli zawierał dodany dwutlenek węgla.

Ogólną zawartość związków fenolowych w cydrach oznaczano metodą spektrofotometryczną z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu'a [13, 24, 25]. Jako wzo-

rzec stosowano kwas galusowy. Wykorzystano procedurę analityczną opisaną w literaturze [15, 21]. Pomiar wykonywano trzykrotnie, za wynik przyjmowano wartość średnią. Zawartość związków fenolowych ogółem, w przeliczeniu na kwas galusowy, wyznaczano z krzywej wzorcowej, wykreślonej na podstawie równania $y = 0,1238x$.

Wszystkie analizy spektrofotometryczne w niniejszych badaniach wykonywano przy użyciu spektrofotometru Metertech UV/VIS SP- 8001 (Metertech, Taiwan).

Siłę redukującą oznaczano metodą FRAP. Z każdego badanego cydru przygotowano po pięć roztworów o doświadczalnie dobranym stężeniu. Jako rozpuszczalnika używano alkoholu metylowego. W celu wykonania oznaczenia zastosowano procedurę analityczną opisaną w literaturze [6, 15, 19, 21, 26]. Krzywą wzorcową stanowiła zależność absorbancji wodnego roztworu ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) od jego stężenia. Na podstawie porównania kątów nachylenia krzywej doświadczalnej i krzywej wzorcowej wyznaczano wartość FRAP roztworów cydrów.

W cydrach oznaczano potencjał przeciwutleniający TEAC. Metoda polega na określeniu zmiany wartości absorbancji zachodzącej podczas redukcji kationorodnika $\text{ABTS}^{•+}$ do ABTS w wyniku działania związków redukujących zawartych w produkcie [4, 18]. Oznaczenie wykonywano zgodnie z procedurą opisaną w literaturze [30]. Uwzględniono pięć rozcieńczeń cydrów o eksperymentalnie dobranym stężeniu. Przygotowano także krzywą wzorcową, którą stanowiła zależność absorbancji roztworu metanolowego troloksu (TE) od jego stężenia. Iloraz współczynników kierunkowych odpowiednio krzywej doświadczalnej oraz krzywej wzorcowej stanowią końcową wartość FRAP.

Aktywność przeciwrodnikową cydrów oznaczano metodą spektrofotometryczną z wykorzystaniem rodnika DPPH^{\bullet} , według procedur opisanych w literaturze [8, 19]. Czas rejestracji absorbancji wynosił 15 min, z częstością próbkowania wynoszącą 2 s. Na podstawie zarejestrowanych krzywych kinetycznych oraz krzywej wzorcowej o równaniu $y = 0,0104x$, przedstawiającej zależność absorbancji metanolowego roztworu DPPH^{\bullet} od jego stężenia, wyznaczano stężenie rodnika DPPH^{\bullet} w układzie reakcyjnym, a następnie zawartość pozostałego rodnika z równania:

$$\% \text{DPPH}^{\bullet \text{POZ}} = \frac{[\text{DPPH}^{\bullet}]_{t=15}}{[\text{DPPH}^{\bullet}]_{t=0}} \cdot 100 \%,$$

w którym:

$\% \text{DPPH}^{\bullet \text{POZ}}$ – procentowa zawartość pozostałego, niezredukowanego rodnika DPPH^{\bullet} ,
 $[\text{DPPH}^{\bullet}]_{t=15}$ – zawartość rodnika DPPH^{\bullet} w układzie reakcyjnym z dodatkiem badanej próbki po 15 min,
 $[\text{DPPH}^{\bullet}]_{t=0}$ – początkowa zawartość rodnika DPPH^{\bullet} w układzie reakcyjnym bez dodatku badanej próbki.

Na podstawie zawartości pozostałego rodnika DPPH w układzie reakcyjnym dla każdego stężenia badanej próbki wyznaczano parametr EC_{50} , czyli zawartość badanej próbki potrzebnej do zmniejszenia początkowej zawartości DPPH o 50 %. Następnie, podobnie jak Maisuthisakul i wsp. [20], określano aktywność przeciwutleniającą AP_{DPPH} cydrów zdefiniowaną jako $1/EC_{50}$.

Analizę statystyczną przeprowadzono w programie Statistica 12. Do analizy statystycznej zastosowano technikę wielowymiarową PCA oraz statystykę podstawową – macierz korelacji przy poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki badań i analiza

Literatura dostarcza stosunkowo dużo informacji na temat właściwości przeciwutleniających napojów alkoholowych, w szczególności win [14, 16] oraz piw [10, 28], natomiast dane dotyczące cydrów dostępnych na polskim rynku są bardzo ograniczone. Cydry badane w pracy charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością polifenoli ogółem ($239,54 \div 582,44$ mg/l). Cydry 1., 2. i 3. zawierały dwukrotnie mniej polifenoli niż cydry 4. i 5. (tab. 1). Dysproporcja taka jest naturalna, ponieważ na zawartość polifenoli wpływa wiele czynników. Alonso-Salces i wsp. [3] wskazują na znaczne różnice pod względem zawartości polifenoli, np. w cydrach otrzymanych z jabłek pochodzących z Francji było ich $0,28 \div 217$ mg/l, z kolei cydry baskijskie otrzymywane z jabłek galicyjskich charakteryzowały się większą zawartością polifenoli – $21 \div 512$ mg/l. Dostępne są także dane dotyczące porównania zawartości polifenoli cydrów baskijskich i francuskich oznaczonych metodą chromatograficzną [1, 12]. W cydrach baskijskich zawartość polifenoli wynosiła $24 \div 331$ mg/l, a w cydrach francuskich – $143 \div 2488$ mg/l. Podkreślono równocześnie, że wyniki uzyskane metodą Folina-Ciocalteu'a są zawyżone w stosunku do wyników uzyskanych metodami chromatograficznymi. Autorzy niniejszego artykułu nie znają odmian jabłek, z których były wyprodukowane badane przez nich cydry, stąd nie mogą ocenić wpływu odmiany na zawartość polifenoli.

Na podstawie porównania zawartości polifenoli w cydrach z danymi literaturowymi można stwierdzić, że wina czerwone charakteryzują się znacznie wyższym stężeniem tych związków i w przeliczeniu na kwas galusowy jest to zakres $1390 \div 1600$ mg/l. W jednej z najbardziej cenionych odmian winorośli właściwej, jaką jest odmiana Cabernet Sauvignon, zawartość polifenoli wynosi 1412 mg kwasu galusowego w jednym kilogramie owoców. Znacznie mniejsza zawartość polifenoli występuje w winogronach białych, np. w odmianie Chardonnay – 575 mg/kg [27, 31]. Z kolei w piwach zawartość polifenoli wynosi $150 \div 300$ mgGA/l.

Siłę redukującą FRAP cydrów określono na podstawie zdolności do redukcji związku Fe^{3+} TPTZ do Fe^{2+} TPTZ. Przyjmuje się, że im wyższa wartość FRAP badanej

substancji, tym większa jest jej siła redukująca. Spośród przebadanych próbek największą siłą redukującą charakteryzował się cydr 5., a następnie 4. (tab. 1).

Potencjał przeciwutleniający TEAC badanych cydrów wynika z ich zdolności do redukcji kationorodnika ABTS^{•+}. Podobnie jak w przypadku metody FRAP, przyjmuje się, że wyższy potencjał przeciwutleniający odpowiada wyższym wartościom TEAC. Wykazano, że najwyższą wartością TEAC charakteryzował się cydr 4., a następnie 5. Wartości ABTS badanych cydrów były znacząco niższe niż win czerwonych, w których wskaźnik ten według danych literaturowych wynosi średnio 14,1 mM TE/ml [27].

Należy podkreślić, że wyniki uzyskane metodą FRAP, jak i TEAC, uwidaczniają znaczne różnice pomiędzy analizowanymi próbkami cydrów. Równocześnie można zauważyć występowanie korelacji pomiędzy siłą redukującą i potencjałem przeciwutleniającym. Najwyższe wartości obu parametrów oznaczono bowiem w cydrach 4. i 5. i były one 2- lub 3-krotnie wyższe niż w cydrach 1., 2. i 3. (tab. 1).

Zdolność do wygaszania rodnika DPPH[•] przez badane cydry wyrażono za pomocą dwóch parametrów: EC₅₀ oraz AP_{DPPH}. Im niższą wartość uzyskuje parametr EC₅₀, tym wyższą aktywność przejawia dany przeciwutleniacz. Badane cydry wykazywały zróżnicowaną zdolność wygaszania rodnika DPPH[•]. Wartości EC₅₀ cydrów 2. i 3. wynosiły odpowiednio [% v/v]: 0,39 i 0,64 (tab. 1). Aktywność przeciwutleniająca AP_{DPPH} cydrów zdefiniowana jako 1/EC₅₀ [20] to wartość będąca odwrotnością EC₅₀, stąd im jest ona wyższa, tym wyższą aktywnością przeciwrodnikową charakteryzuje się dany przeciwutleniacz. Zatem najwyższą wartość tego parametru spośród analizowanych cydrów stwierdzono w próbce 3. (tab. 1).

Tabela 1. Zawartość polifenoli ogółem oraz wartości parametrów opisujących właściwości przeciwutleniające cydrów

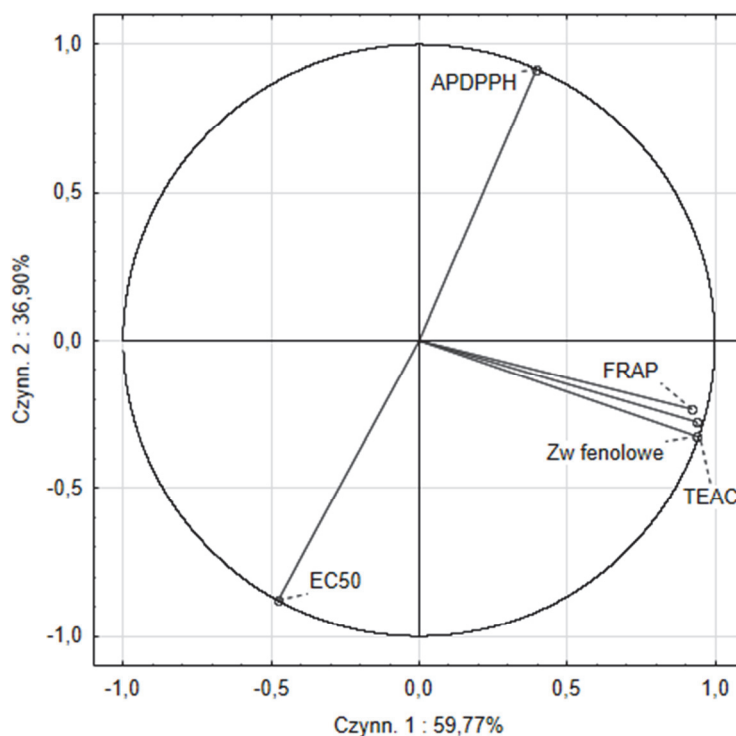
Table 1. Content of total polyphenols and values of parameters that describe antioxidant properties of cides

Cydr Cider	Polifenole ogółem Total polyphenols[mgGA/l] $\bar{X} \pm s / SD$	FRAP [mmol Fe ³⁺ /ml] $\bar{X} \pm s / SD$	ABTS [μmol TE/ml]	EC ₅₀ [%]	AP _{DPPH} (1/EC ₅₀)
1	243 ± 15,8	1010 ± 7,9	0,26	0,43	2,33
2	239 ± 17,3	930 ± 8,7	0,20	0,37	2,70
3	273 ± 21,4	600 ± 10,3	0,27	0,64	1,56
4	574 ± 11,6	1950 ± 12,0	0,82	0,39	2,56
5	582 ± 24,5	2910 ± 11,7	0,72	0,48	2,08

Objaśnienia / Explanatory notes:

\bar{X} – wartość średnia / mean value; s – odchylenie standardowe / SD – standard deviation.

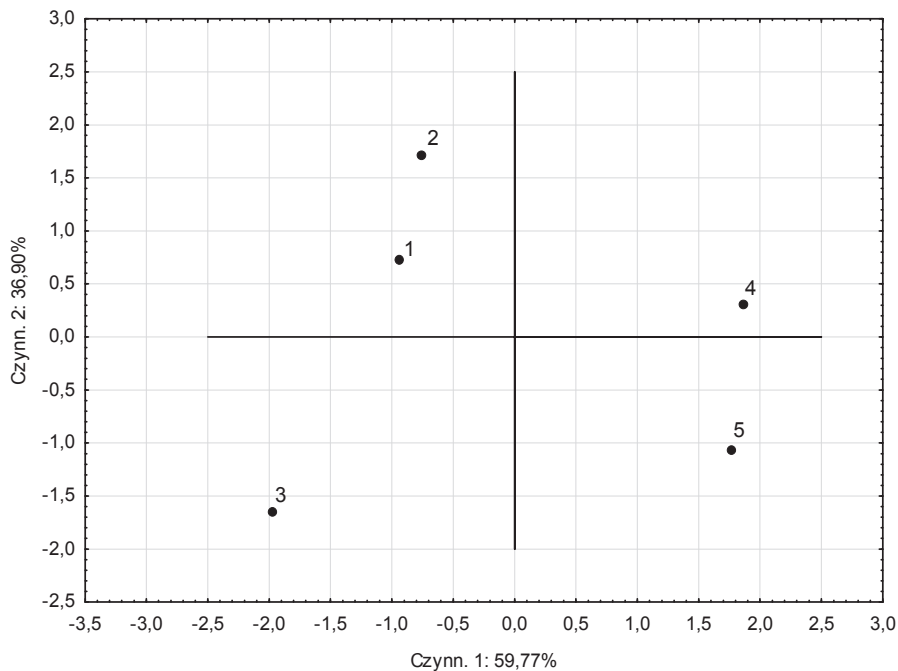
Niewątpliwie istotnym elementem kompleksowej oceny parametrów związanych z właściwościami przeciwutleniającymi jest ich wzajemna korelacja. W celu redukcji liczby wymiarów oraz wyjaśnienia struktury zmienności i korelacji danych zastosowano analizę składowych głównych PCA. Obliczanie składowych głównych wykonano na podstawie macierzy korelacji, a redukcji wymiaru do 2 dokonano zgodnie z kryterium Kaisera. Dwie składowe główne opisują 96,7 % wariacji. Zarówno z kierunku i długości wektora (rys. 1), jak i z wartości obliczeniowych współrzędnych czynnikowych zmiennych wynika jednoznacznie, że pierwsza składowa koreluje silnie ze zmiennymi FRAP, TEAC i zawartością polifenoli, natomiast składowa druga ze zmiennymi EC_{50} oraz AP_{DPPH} . Wartości zasobów zmienności wspólnej dla dwóch czynników wynoszącej odpowiednio $FRAP = 0,989$, $TEAC = 0,899$, polifenole = $0,953$, $EC_{50} = 0,996$ oraz $AP_{DPPH} = 0,995$ wskazują, że najpełniej opisywaną przez nowe czynniki zmienną rzeczywistą jest zmienna EC_{50} . Wzajemne ułożenie wektorów względem siebie wskazuje na silne dodatnie skorelowanie zmiennych FRAP, TEAC i polifenoli. Oczywista jest natomiast silna ujemna korelacja pomiędzy EC_{50} a AP_{DPPH} .



Rys. 1. Projekcja zmiennych na płaszczyznę składowych głównych

Fig. 1. Projection of variables onto principal component plane

Z kolei brak jest korelacji pomiędzy zmiennymi FRAP, TEAC i polifenolami a zmiennymi EC_{50} oraz AP_{DPPH} . Podobne powiązania przedstawiono w literaturze przedmiotu. Stratil i wsp. [26] oraz Casco i wsp. [29] wykazali brak korelacji pomiędzy zawartością związków fenolowych a zdolnością wygaszania wolnego rodnika DPPH, a ci sami autorzy oraz Benzie i Strain [6] stwierdzili istnienie silnej dodatniej korelacji pomiędzy zawartością polifenoli a wartościami TEAC i FRAP. W badaniach własnych potwierdzono występowanie statystycznie istotnych ($p < 0,05$) korelacji pomiędzy zmiennymi: związki fenolowe a FRAP ($r = 0,909$), związki fenolowe a TEAC ($r = 0,988$) oraz EC_{50} a AP_{DPPH} . ($r = -0,998$). Wykazano, że przy założonym poziomie istotności pozostałe korelacje parami były statystycznie nieistotne. Na rys. 2. przedstawiono rzut przypadków na płaszczyznę składowych głównych, który obrazuje podobieństwo pomiędzy badanymi cydrami. Wzajemne ułożenie analizowanych przypadków względem siebie wskazuje, że całkowicie odmiennymi właściwościami stanowiącymi przedmiot rozważań charakteryzował się cydr 3. Zauważyć można natomiast podobieństwo pomiędzy cydrami 1. i 2. oraz 4. i 5.



Rys. 2. Rzut przypadków na płaszczyznę składowych głównych

Fig. 2. Projection of data onto principal component plane

Wnioski

1. Cydrylicy dostępne na polskim rynku są zróżnicowane pod względem zawartości polifenoli ogółem.
2. Zwiększona zawartość polifenoli była skorelowana z wyższą siłą redukującą FRAP i wyższym potencjałem przeciwutleniającym TEAC cydrów.
3. Wartości parametrów EC_{50} oraz AP_{DPPH} były zróżnicowane i nieproporcjonalne do tych uzyskanych pozostałymi metodami.
4. Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że cydrylicy są źródłem związków fenolowych, lecz w porównaniu z innymi napojami alkoholowymi, np. winami, wykazują dość słabe właściwości przeciwutleniające.

Literatura

- [1] Alonso-Salces R.M., Guyot S., Herrero C., Berrueta L.A., Drilleau J.F., Gallo B., Vicente F.: Chemometric characterisation of Basque and French ciders according to their polyphenolic profiles. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2004, **379** (3), 464-475.
- [2] Alonso-Salces R.M., Guyot S., Herrero C., Berrueta L.A., Drilleau J.-F., Gallo B., Vicente F.: Chemometric classification of Basque and French ciders based on their total polyphenol contents and CIE Lab parameters. *Food Chem.*, 2005, **91**, 91-98.
- [3] Alonso-Salces R.M., Herrero C., Barranco A., López-Márquez D.M., Berrueta L.A., Gallo B., Vicente F.: Polyphenolic compositions of Basque natural ciders: A chemometric study. *Food Chem.*, 2006, **97** (3), 438-446.
- [4] Arumugam P., Ramamurthy P., Santhiya S.T., Ramesh A.: Antioxidant activity measured in different solvent fractions obtained from *Mentha spicata* Linn.: An analysis by ABTS.+ decolorization assay. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.*, 2006, **15** (1), 119-124.
- [5] Bartosz G.: *Druga twarz tlenu. Wolne rodniki w przyrodzie*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2004.
- [6] Benzie I.F., Strain J.J.: The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Anal Biochem*, 1996, **239** (1), 70-76.
- [7] Cai Y., Luo Q., Sun M., Corke H.: Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*, 2004, **74**, 2157-2184.
- [8] Cieszyńska A., Michocka K., Wieczorek D., Wieloch A.: Antioxidant activity of green tea available in the Polish market. *Zesz. Nauk. UE w Poznaniu*, 2011, **212**, 180-188.
- [9] Coton M., Laplace J.M., Auffray Y., Coton E.: "Framboisé" spoilage in French ciders: *Zymomonas mobilis* implication and characterization. *LWT-Food Sci. Technol.*, 2006, **39** (9), 972-979.
- [10] De Gaetano G., Costanzo S., Di Castelnuovo A., Badimon L., Bejko D., Alkerwi A.A., Pounis G.: Effects of moderate beer consumption on health and disease: A consensus document. *Nutr., Met. Cardiovasc. Dis.*, 2016, **26** (6), 443-467.
- [11] El Gharras H.: Polyphenols: food sources, properties and applications – A review. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2009, **44**, 2512-2518.
- [12] Escarpa A., González M.C.: Approach to the content of total extractable phenolic compounds from different food samples by comparison of chromatographic and spectrophotometric methods. *Analytica Chimica Acta*, 2001, **427** (1), 119-127.
- [13] García Y.D., Valles B.S., Lobo A.P.: Phenolic and antioxidant composition of by-products from the cider industry: Apple pomace. *Food Chem.*, 2009, **117** (4), 731-738.

- [14] Gawlik M.B., Nowak Ł., Baran M.: Analiza właściwości win produkcji polskiej. Bromat. Chem. Toksykol., 2008, **XLI (1)**, 15-20.
- [15] Gliszczyńska-Świgło A.: Przeciwutleniające i proutleniające właściwości wybranych składników żywności jako wyróżnik jej jakości. Wyd. UE w Poznaniu, Poznań 2010.
- [16] Heinonen I.M., Lehtonen P.J., Hopia A.I.: Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors. J. Agric. Food Chem., 1998, **46 (1)**, 25-31.
- [17] Jakubowska M., Sordon W., Ciepela F.: Unsupervised pattern recognition methods in ciders profiling based on GCE voltammetric signals. Food Chem., 2016, **203**, 476-482.
- [18] Koksal E., Bursal E., Dikici E., Tozoglu F., Gulcin I.: Antioxidant activity of *Melissa officinalis* leaves. J. Med. Plants Res., 2011, **5 (2)**, 217-222.
- [19] Lobo A.P., García Y.D., Sánchez J.M., Madrera R.R., Valles B.S.: Phenolic and antioxidant composition of cider. J. Food Comp. Anal., 2009, **22 (7)**, 644-648.
- [20] Maisuthisakul P., Suttajit M., Pongsawatmanit R.: Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. Food Chem., 2007, **100 (4)**, 1409-1418.
- [21] Malinowska P.: Aktywność przeciwutleniająca ekstraktów roślinnych stosowanych w emulsjach kosmetycznych. Praca doktorska. Wydz. Towaroznawstwa, UE w Poznaniu, Poznań 2009.
- [22] Mangas J., Gonzalez M.P., Blanco D.: Influence of cider-making technology on low-boiling-point volatile compounds. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und – Forschung, 1993, **197**, 522-524.
- [23] Riekstina-Dolge R., Kruma Z., Dimins F., Straumite E., Karklina D.: Phenolic composition and sensory properties of ciders produced from Latvian apples. Proc. Latv. Univ. Agr. 2014, **31**, 326, 39-45.
- [24] Sanoner P., Guyot S., Marnet N., Molle D., Drilleau J.F.: Polyphenol profiles of French cider apple varieties (*Malus domestica* sp.). J. Agric. Food Chem., 1999, **47 (12)**, 4847-4853.
- [25] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Viticult., 1965, **16**, 144-158.
- [26] Stratil P., Klejdus B., Kuban V.: Determination of total content of phenolic compounds and their antioxidant activity in vegetables – Evaluation of spectrophotometric methods. J. Agric. Food Chem., 2006, **53 (3)**, 607-616.
- [27] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **4 (41) Supl.**, 5-28.
- [28] Śledziński T., Kwaśniewska D., Zieliński, R.: Aktywność przeciwdrobnikowa piwa. Probl. Hig. Epidem., 2013, **94 (3)**, 648-652.
- [29] Vasco C., Ruales J., Kamal-Eldin A.: Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. Food Chem., 2008, **111**, 816-823.
- [30] Wieczorek D., Cieszyńska A., Michocka K.: Właściwości przeciwutleniające naparów herbat zielonych z różnymi dodatkami. Probl. Hig. Epidem., 2013, **94 (4)**, 866-868.
- [31] Ock-Sook Y., Meyer A.S., Frankel E.N.: Antioxidant activity of grape extracts in a lecithin liposome system. J. Am. Oil Chem. Soc., 1997, **74 (10)**, 1301-1307.
- [32] Zhao H., Zhou F., Dziugan P., Yao Y., Zhang J., Lv Z., Zhang B.: Development of organic acids and volatile compounds in cider during malolactic fermentation. Czech J. Food Sci., 2014, **32**, 1, 69-76.

ASSESSMENT OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF CIDERS

S u m m a r y

Cider is an alcoholic beverage that is particularly popular in Western Europe where a traditional method is applied to produce it, i.e. two consecutive fermentation processes: alcoholic and malolactic. Among Polish consumers, there is a growing interest in this beverage. This fact encouraged the authors to attempt to assess the antioxidant properties of several ciders available in the Polish market. Under the research project, the total content of phenolic compounds was determined. The antioxidant activity of the ciders analysed was determined by a spectrophotometric method using a DPPH· radical. A further objective of the research study was to assess the TEAC antioxidant potential. A Principal Components Analysis (PCA) was applied to determine the correlation degree amidst the parameters linked with the antioxidant properties.

The results obtained showed that the ciders available in the Polish market are differentiated as regards the content of total polyphenols therein ($239.54 \div 582.44$ mg/l). This was also confirmed by the values of FRAP reducing power and TEAC antioxidant potential. The values of EC50 and APDPPH parameters varied and were disproportionate to those obtained by other methods. Based on the results of the analysis performed, it was found that the antioxidant properties of ciders were weaker compared to, for example, that of wines.

Key words: antioxidant properties, polyphenols, cider, FRAP method, DPPH method, Folin-Ciocalteu method ☒

GRAŻYNA JURGIEL-MAŁECKA, ANNA BUCHWAŁ

CHARAKTERYSTYKA SKŁADU CHEMICZNEGO OWOCÓW PORZECZKI UPRAWIANEJ W REGIONIE POMORZA ZACHODNIEGO

Streszczenie

Porzeczki należą do grupy owoców o wysokiej wartości odżywczej i korzystnej aktywności biologicznej. Celem pracy było porównanie składu chemicznego i określenie właściwości owoców trzech gatunków porzeczki: czarnej (*Ribes nigrum* L.) – odmiany ‘Ruben’, czerwonej (*Ribes rubrum* L.) – odmiany ‘Rovanda’ i białej (*Ribes niveum* L.) – odmiany ‘Biała z Juteborg’, uprawianych w regionie Pomorza Zachodniego i zebranych w fazie dojrzałości konsumpcyjnej z krzewów 4-letnich w 2015 roku. W owocach oznaczono zawartość: makro- i mikroskładników (N, P, K, Ca i Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn), cukrów redukujących i cukrów ogółem, polifenoli ogółem oraz witaminy C. Stwierdzono, że owoce badanych odmian porzeczki mogą być cennym źródłem składników mineralnych, cukrów, flawonoidów oraz witaminy C. Największą zawartością składników oznaczonych w suchej masie charakteryzowały się owoce porzeczki czarnej ‘Ruben’ (470,41 g/kg s.m.). Zawierały one istotnie najwięcej fosforu (2,96 g/kg s.m.), magnezu (685,87 mg/kg s.m.), siarki (647,30 mg/kg s.m.) i polifenoli ogółem (17,09 g/kg s.m.). Gromadziły one również wielokrotnie więcej witaminy C (204,96 mg/100 g s.m.) niż owoce porzeczki czerwonej (40,73 mg/100 g s.m.) i białej (32,02 mg/100 g s.m.). W badaniach stwierdzono, że mniejsze owoce porzeczki czarnej charakteryzowały się większą zawartością witaminy C niż owoce większe.

Słowa kluczowe: owoce porzeczki, składniki mineralne, cukry, polifenole, witamina C

Wprowadzenie

Porzeczka jest krzewem owocowym z rodzaju *Ribes* rosnącym w Europie, Azji, Ameryce Północnej oraz w Australii i Nowej Zelandii [18]. Według danych FAOSTAT [4] światowa produkcja porzeczki wykazuje tendencję wzrostową i w roku 2013 wynosiła ok. 707 tys. ton. Polska jest drugim po Rosji światowym producentem tych owoców. W roku 2013 porzeczki uprawiano w Polsce na obszarze prawie 46 tys.

Dr inż. G. Jurgiel-Malecka, mgr inż. A. Buchwał, Zakład Chemii, Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiska, Wydz. Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin. Kontakt: grazyna.jurgiel-malecka@zut.edu.pl

ha, a ich plon wynosił 198 tys. ton. Porzeczki są łatwe w uprawie i dobrze plonują. Zależnie od odmiany, wieku plantacji, sposobu uprawy i warunków meteorologicznych plony wynoszą od kilku do kilkunastu t/ha [6, 20, 23]. W Polsce porzeczka występuje w trzech gatunkach charakteryzujących się różną barwą i smakiem owoców: porzeczka czarna (*Ribes nigrum* L.), porzeczka czerwona (*Ribes rubrum* L.) i porzeczka biała (*Ribes niveum* L.). Niezależnie od barwy porzeczki należą do grupy bardzo wartościowych owoców o wielu cechach prozdrowotnych. Zawierają łatwo przyswajalne cukry proste (glukozę i fruktozę), witaminy (C, P, E, PP, K i prowitaminę A), cenne kwasy organiczne (cytrynowy, jabłkowy, maleinowy, winowy) oraz pektyny, flawonoidy w tym antocyjany [1, 2, 8, 15]. Są bogatym źródłem makro- i mikrośladników, takich jak: wapń, potas, magnez, fosfor, siarka, żelazo, miedź, cynk i mangan [3, 7, 15]. Dzięki bogatemu składowi owoce porzeczki wykazują wielorakie działanie prozdrowotne. Stosuje się je w profilaktyce chorób reumatycznych, przy braku łaknienia, nadciśnieniu, kamicy moczowej, miażdżycy naczyń, chorobach serca, obrzękach i chorobach skórnych [8, 17, 18]. Zawarte w owocach porzeczki flawonoidy obniżają ryzyko zachorowalności na choroby nowotworowe [9, 10, 13]. Owoce porzeczki mogą być spożywane na surowo, jako mrożone, suszone, ale także przetwarzane na soki, dżemy, galaretki, wina czy nalewki. Jak podaje Fischbach [5], z owoców spożywanych na surowo konsumenci preferują bardziej słodkie odmiany białe i czerwone o długich gronach. Obserwowany w ostatnim czasie wzrost świadomości na temat zdrowego żywienia pozwala sądzić, że preferencje te ulegną zmianie i konsument przy wyborze owoców porzeczki będzie się kierował nie tylko ich wyglądem czy smakiem, ale także wiedzą o wartości odżywczej i prozdrowotnej.

W literaturze przedmiotu omawiana jest problematyka dotycząca składu chemicznego owoców porzeczki czarnej i czerwonej, natomiast brak jest danych o owocach porzeczki białej.

Celem pracy było porównanie składu chemicznego owoców porzeczki czarnej, czerwonej i białej (*Ribes* L.) uprawianej w regionie Pomorza Zachodniego.

Materiał i metody badań

Materiałem doświadczalnym były owoce zbierane z czteroletnich krzewów trzech gatunków porzeczki: czarnej (*Ribes nigrum* L.) – odmiana ‘Ruben’, czerwonej (*Ribes rubrum* L.) – odmiana ‘Rovanda’ i białej (*Ribes niveum* L.) – odmiana ‘Biała z Juteborg’ uprawianej w miejscowości Stolec (53°33’N, 14°18’E) w regionie Pomorza Zachodniego. Krzewy badanych odmian rosły w rozstawie 2,0 × 1,5 m na glebie lekkiej (piasek gliniasty lekki) o pH 5,87 ÷ 6,28. Wyniki analizy gleby z warstwy ornej (0 ÷ 20 cm) pobranej przed posadzeniem krzewów przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Zawartość ogólna składników w glebie z warstwy ornej (0 ÷ 20 cm) przed posadzeniem krzewów porzeczek

Table 1. Total content of components in soil with topsoil (0 ÷ 20 cm) before planting shrubs

Składnik / Component										
Substancja organiczna Organic matter	N	Ca	Fe	P	K	Mg	Zn	Mn	Cu	S
[g/kg s.m.] / [g/kg d.m.]				[mg/kg s.m.] / [mg/kg d.m.]						
53,35	1,35	1,26	4,35	106,1	125,9	117,4	57,4	209,6	9,56	140,8

Wiosną 2015 roku krzewy nawożono saletrą amonową (NH_4NO_3) w dawce 70 kg N/ha. W okresie wegetacji roślin wykonywano standardowe zabiegi pielęgnacyjne: odchwaszczanie międzyrzędzi i podlewanie krzewów (tylko w czasie braku opadów atmosferycznych). Wspólna lokalizacja i jednakowy system uprawy badanych odmian eliminowały wpływ tych czynników na skład chemiczny owoców. Owoce wszystkich odmian zebrano w fazie dojrzałości konsumpcyjnej równocześnie na początku lipca 2015 roku.

Próbki do analizy pobierano zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami dotyczącymi badań laboratoryjnych [12]. Suchą masę oznaczano metodą suszarkową w temp. 105 °C [12]. W świeżej masie owoców oznaczano zawartość witaminy C metodą Tillmansa [19]. Pozostałe oznaczenia chemiczne wykonywano w suchej masie owoców. W celu otrzymania suszu z każdej odmiany porzeczeki pobierano 1 kg owoców, które suszono 24 h w temp. 40 °C w suszarce nawiewnej firmy MERA LUMEL (Polska). Susz mielono w młynku firmy Agrolab (Polska). Oznaczenia zawartości cukrów redukujących i ogółem wykonywano w wyciągu wodnym metodą Luffa-Schoorla [12]. Zawartość polifenoli ogółem oznaczano metodą spektrofotometryczną z odczynnikiem Folina-Ciocalteu'a [21]. Do ekstrakcji próbek stosowano 80-procentowy alkohol metylowy, a wyniki wyrażano w przeliczeniu na kwas galusowy (GAE).

Zawartość wybranych składników mineralnych w badanym materiale oznaczano po wcześniejszym zmineralizowaniu próbek „na mokro” w stężonym kwasie siarkowym(VI) z dodatkiem H_2O_2 lub w mieszaninie (3 : 1) stężonych kwasów: azotowego(V) i chlorowego(VII).

W roztworach pochodzących z mineralizacji próbek w kwasie siarkowym(VI) z dodatkiem H_2O_2 oznaczano zawartość:

- azotu – metodą Kjeldahla [12],
- potasu, magnezu i wapnia – metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej [12] przy użyciu spektrometru SOLAAR AA (Thermo Scientific, USA).

W roztworach pochodzących z mineralizacji w mieszaninie kwasu azotowego(V) i chlorowego(VII) oznaczano zawartość:

- fosforu – metodą Bartona, przy długości fali $\lambda = 470$ nm [12] przy użyciu spektrofotometru Marcel s 330 PRO (Marcel, Polska),
- siarki – metodą turbidymetryczną, przy długości fali $\lambda = 490$ nm przy użyciu spektrofotometru Marcel s 330 PRO,
- żelaza, cynku, miedzi i manganu – metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej [12] przy użyciu spektrometru SOLAAR AA.

Wyniki badań opracowano statystycznie w programie Statistica 10, korzystając z jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA oraz analizy regresji liniowej. Istotność różnic między wartościami średnimi wyróżników chemicznych owoców badanych odmian porzeczek weryfikowano testem Newmana-Keulsa na poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych badań składu owoców porzeczek czarnej – odmiana ‘Ruben’, czerwonej – odmiana ‘Rovanda’ i białej – odmiana ‘Biała z Juteborg’ wykazano różnice statystycznie istotne między odmianami pod względem zawartości oznaczonych składników (tab. 2). Różnice stwierdzone w składzie chemicznym owoców wynikały z cech odmianowych, gdyż krzewy porzeczek miały wspólną lokalizację i jednakowy sposób uprawy, co eliminowało wpływ tych czynników na wyniki badań.

Największą zawartością suchej masy charakteryzowały się owoce porzeczek białej ‘Biała z Juteborg’ – 16,69 g/100 g ś.m., a najmniejszą - owoce porzeczek czerwonej ‘Rovanda’ – 13,92 g/100 g ś.m. Nour i wsp. [15] w trzech odmianach porzeczek czerwonej uprawianych na terenie Rumunii uzyskali niewiele wyższe wyniki. Według tych autorów zawartość suchej masy kształtowała się, zależnie od odmiany, w zakresie 15,12 ÷ 17,54 g/100 g ś.m. W badaniach własnych zawartość suchej masy w owocach porzeczek czarnej ‘Ruben’ wynosiła 15,03 g/100 g ś.m. Wielkość ta koresponduje z wynikami Bieńka i wsp. [2], którzy w owocach czternastu odmian porzeczek czarnej wykazali średnią zawartość suchej masy w zakresie 14,96 ÷ 17,54 g/100 g ś.m.

Owoce porzeczek czarnej ‘Ruben’ i białej ‘Biała z Juteborg’ charakteryzowały się większą zawartością makroskładników ogółem (odpowiednio [g/kg s.m.]: 24,73 i 24,82) w porównaniu z owocami porzeczek czerwonej ‘Rovanda’ (22,94 g/kg s.m.). Owoce porzeczek białej zawierały najwięcej wapnia i potasu (odpowiednio [g/kg s.m.]: 1,32 i 11,90, tj. 8,2 i 4,7 % powyżej średniej). Najmniej wapnia zgromadziły owoce porzeczek czarnej (1,14 g/kg s.m., tj. 6,6 % poniżej średniej), a potasu – owoce porzeczek czerwonej (10,64 g/kg s.m., tj. 6,4 % poniżej średniej). Owoce tej odmiany zawierały również najmniej fosforu (2,22 g/kg s.m., tj. 15,9 % poniżej średniej). Największą zawartość fosforu stwierdzono w owocach porzeczek czarnej (2,96 g/kg s.m., tj. 12,1 % powyżej średniej). Owoce badanych odmian nie różniły się istotnie pod

Tabela 2. Skład chemiczny owoców trzech gatunków porzeczki

Table 2. Chemical composition of three currant species

Składnik Component	Porzeczka / Currant			\bar{x}
	Czarna / Black*	Czerwona / Red**	Biała / White***	
Sucha masa [g/100 g ś.m.] Dry matter [g/100 g f.m.]	15,03 ^B ± 0,23	13,92 ^C ± 0,20	16,69 ^A ± 0,22	15,21
Makroskładniki [g/kg s.m.] Macro-components [g/kg d.m.]				
Ca	1,14 ^C ± 0,02	1,21 ^B ± 0,03	1,32 ^A ± 0,02	1,22
K	11,58 ^A ± 0,45	10,64 ^B ± 0,23	11,90 ^A ± 0,13	11,37
P	2,96 ^A ± 0,08	2,22 ^C ± 0,03	2,73 ^B ± 0,12	2,64
N	9,05 ^A ± 0,16	8,87 ^A ± 0,23	8,87 ^A ± 0,18	8,93
Ogółem / Total	24,73	22,94	24,82	24,16
Mikroskładniki [mg/kg s.m.] Micro-components [mg/kg d.m.]				
Mg	685,9 ^A ± 21,4	640,9 ^B ± 14,8	595,8 ^C ± 16,4	640,8
S	647,3 ^A ± 33,3	458,7 ^B ± 11,5	425,4 ^B ± 13,8	510,5
Fe	42,62 ^C ± 1,21	63,41 ^B ± 1,40	67,99 ^A ± 2,25	58,01
Zn	5,24 ^B ± 0,08	4,67 ^C ± 0,05	10,34 ^A ± 0,12	6,75
Cu	2,73 ^A ± 0,03	2,63 ^A ± 0,06	2,81 ^A ± 0,23	2,72
Mn	4,46 ^C ± 0,13	5,65 ^B ± 0,12	7,08 ^A ± 0,31	5,73
Ogółem / Total	1388,25	1175,96	1109,42	1224,54
Cukry redukujące [g/kg s.m.] Reducing sugars [g/kg d.m.]	380,7 ^A ± 13,0	387,8 ^A ± 2,8	322,8 ^B ± 3,1	363,8
Cukry ogółem [g/kg s.m.] Total sugars [g/kg d.m.]	427,2 ^A ± 13,7	420,3 ^A ± 15,0	324,4 ^B ± 5,9	390,6
Polifenole ogółem [g/kg s.m.] Total polyphenol [g/kg d.m.]	17,09 ^A ± 0,26	5,87 ^B ± 0,06	4,01 ^C ± 0,08	8,99
Suma składników [g/kg s.m.] Total of components [g/kg d.m.]	470,41	450,28	354,34	425,00
Witamina C [mg/100 g ś.m.] Vitamin C [mg/100 g f.m.]	204,96 ^A ± 1,1	40,73 ^B ± 0,23	32,02 ^C ± 0,31	92,57

Objaśnienia / Explanatory notes:

*odmiana 'Ruben' / 'Ruben' cultivar; **odmiana 'Rovanda' / 'Rovanda' cultivar; ***odmiana 'Biała z Juteborg' / 'Biała z Juteborg' cultivar.

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; n = 3; A, B, C – wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean values in rows and denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0,05$).

względem zawartości azotu, tworzyły grupę jednorodną, w której średnia zawartość azotu wynosiła 8,93 g/kg s.m. Nour i wsp. [15] oraz Cosmulescu i wsp. [3] podają wyniki swoich badań w odniesieniu do masy 100 g świeżych owoców, dlatego w niniejszej pracy wyniki te przeliczono z uwzględnieniem zawartości suchej masy (oznaczonej przez wymienionych autorów). Przeliczone zawartości wapnia i potasu w czarnej i czerwonej porzeczce dobrze korespondują z wynikami badań własnych. W trzech odmianach porzeczki czerwonej Cosmulescu i wsp. [3] oznaczyli 1,30 ÷ 1,86 g Ca/kg

s.m. i $10,73 \div 13,49$ g K/kg s.m., a w ośmiu odmianach porzeczki czarnej – $1,11 \div 3,33$ g Ca/kg s.m. i $8,26 \div 13,83$ g K/kg s.m.). Nour i wsp. [15] oraz Hegedűs i wsp. [7] wskazują na większą zawartość wapnia i potasu w owocach porzeczki czerwonej i czarnej. Natomiast Hegedűs i wsp. [7] określili poziom fosforu w odmianach porzeczki czarnej ‘Otelo’ i ‘Titania’, który wynosił odpowiednio: 3,58 i 2,43 g/kg s.m. i był zbliżony do zawartości tego pierwiastka w odmianie ‘Ruben’ (2,96 g/kg s.m.), analizowanej w niniejszej pracy.

Największą sumaryczną zawartością mikrośladników charakteryzowały się owoce porzeczki czarnej ‘Ruben’. Owoce tej odmiany zawierały najwięcej magnezu i siarki (odpowiednio [mg/kg s.m.]: 685,9 i 647, tj. 7,03 i 26,80 % powyżej średniej). Najmniej tych pierwiastków stwierdzono w owocach porzeczki białej ‘Biała z Juteborg’ (odpowiednio: 595,8 mg Mg/kg s.m. i 425,4 mg S/kg s.m., tj. 7,03 i 16,66 % poniżej średniej). Oznaczona w badanych owocach zawartość magnezu była zbliżona do wartości podanych przez Młodeckiego i Piekarskiego [14] (w porzeczce czerwonej – średnio 800 mg/kg s.m, a w porzeczce czarnej – średnio 1000 mg/kg s.m.). Prace innych autorów dotyczące składu chemicznego owoców porzeczki czarnej i czerwonej [3, 7, 15] wskazują na większą zawartość magnezu (powyżej 1000 mg/kg s.m.). W literaturze przedmiotu brak jest danych dotyczących zawartości siarki.

Owoce porzeczki białej charakteryzowały się istotnie największą zawartością żelaza, cynku i manganu (odpowiednio [mg/kg s.m.]: 67,99, 10,34. i 7,08). Najmniej żelaza i manganu stwierdzono w owocach porzeczki czarnej (odpowiednio [mg/kg s.m.]: 42,62 i 4,46), a cynku – w owocach porzeczki czerwonej (4,67 mg/kg s.m.). Było to 1,6 raza mniej żelaza i manganu oraz 2,2 raza mniej cynku niż w owocach porzeczki białej. Owoce badanych odmian nie różniły się istotnie pod względem zawartości zgromadzonej miedzi i tworzyły grupę jednorodną o średniej zawartości 2,72 mg/kg s.m. Wyniki badań innych autorów [3, 7, 14, 15] dotyczące składu chemicznego owoców porzeczki czarnej i czerwonej wskazują na podobny poziom kumulacji żelaza, manganu i cynku oraz wyższy – miedzi.

Owoce porzeczki czarnej ‘Ruben’ i czerwonej ‘Rovanda’ nie różniły się istotnie pod względem zawartości cukrów redukujących, jak i cukrów ogółem. W owocach obu tych odmian średnia zawartość cukrów redukujących i cukrów ogółem wynosiła odpowiednio [g/kg s.m]: 384,2 i 423,7 i była istotnie większa od ilości tych cukrów w owocach porzeczki białej ‘Biała z Juteborg’ (odpowiednio o 15,99 i 23,44 %). Oznaczona zawartość cukrów redukujących była tylko o kilka procent mniejsza od zawartości cukrów ogółem, co wskazuje, że w owocach porzeczki dominują cukry proste z wolną, zdolną do reagowania grupą aldehydową. Oznaczone średnie zawartości cukrów redukujących i ogółem w owocach czarnej i czerwonej porzeczki są zgodne z wcześniejszymi doniesieniami innych autorów [2, 13, 15]. Autorzy Ci wskazują na duże zróżnicowanie owoców porzeczki pod względem ilości zgromadzonych cukrów

ogółem w zależności od odmiany, warunków atmosferycznych i miejsca uprawy. Mikulic-Petkovsek i wsp. [13] wykazali, że ich średnia zawartość w czarnej i czerwonej porzeczce wynosiła odpowiednio [g/kg s.m.]: 287 i 254. Natomiast średnia zawartość cukrów ogółem w owocach ośmiu odmian porzeczki czarnej i trzech – czerwonej, które analizowali Nour i wsp. [15], była znacznie większa i wynosiła odpowiednio [g/kg s.m.]: 622 i 536.

Największą zawartością polifenoli ogółem charakteryzowały się owoce porzeczki czarnej ‘Ruben’ (17,09 g/kg s.m.). Zawartość polifenoli ogółem w owocach porzeczki czerwonej ‘Rovanda’ była trzy, a w białej ‘Biała z Juteborg’ – cztery razy mniejsza i wynosiła odpowiednio [g/kg s.m.]: 5,87 i 4,01. Podobną zależność, wskazującą na duże różnice zawartości polifenoli w różnobarwnych (białych, czerwonych i czarnych) owocach stwierdzili Koss-Mikołajczyk i wsp. [11]. Zawartość polifenoli ogółem w owocach zależy od wielu czynników (odmiany, warunków klimatycznych, sposobu uprawy), jak również od zastosowanej metody oznaczania, stąd w literaturze przedmiotu pojawiają się wielkości znacznie różniące się między sobą. Według Szajdek i Borowskiej [22] zawartość polifenoli ogółem w porzeczce czarnej i czerwonej wynosiła odpowiednio [g/kg s.m.]: 40,9 i 13,0. Mikulic-Petkovsek i wsp. [13] podają znacznie mniejsze wartości: 6,35 g/kg s.m. w porzeczce czarnej i 3,64 g/kg s.m. w porzeczce czerwonej, a Wojdyło i wsp. [24] określili ich ilość zależnie od sposobu uprawy w zakresie 1,40 ÷ 2,25 g/kg s.m. w porzeczce czarnej i 0,14 ÷ 0,33 g/kg s.m. w porzeczce czerwonej.

Najwięcej witaminy C zawierały owoce porzeczki czarnej – średnio 204,96 mg/100 g ś.m. Zawartość witaminy C była wielokrotnie większa niż w owocach porzeczki czerwonej i białej, które zawierały jej odpowiednio [mg/100 g ś.m.]: 40,73 i 32,02. Stwierdzone ilości witaminy C korespondują z wynikami, które uzyskali Nour i wsp. [15] w owocach odmian porzeczki czarnej (161,58 ÷ 284,46 mg/100 g ś.m.) i czerwonej (23,23 ÷ 44,62 mg/100g ś.m.), rosnących na terenie Rumunii. Zawartość witaminy C w owocach odmiany ‘Ruben’ była bliska ilości tej witaminy oznaczonej w innych odmianach porzeczki czarnej uprawianej na terenie Polski [2, 6, 16].

Podczas badań dotyczących zawartości witaminy C w owocach porzeczki czarnej, która, w przeciwieństwie do porzeczki czerwonej i białej, na tym samym krzewie może mieć owoce znacznie różniące się rozmiarem stwierdzono, że pochodzące z tego samego krzewu owoce mniejsze (o mniejszej średnicy) zawierały więcej witaminy C niż owoce większe (tab. 3). Obserwowany efekt jest zgodny z wcześniejszymi wynikami badań Ochmiana i wsp. [16], którzy porównali jakość owoców trzech odmian czarnej porzeczki i stwierdzili, że we wszystkich badanych odmianach owoce większe charakteryzowały się mniejszą: jędrnością, kwasowością ogólną i zawartością witaminy C.

Tabela 3. Zawartość witaminy C w owocach porzeczki czarnej odmiany 'Ruben' w zależności od średnicy owoców

Table 3. Content of vitamin C in fruits of 'Ruben' blackcurrant cultivar depending on fruit diameter

Średnica owoców Fruit diameter [mm]	12	15	17
Zawartość witaminy C [mg/100 g ś.m.] Content of vitamin C [mg/100 g f.m.]	268,4 ^A ± 13,7	224,7 ^B ± 6,4	189,8 ^C ± 3,3

Objaśnienia / Explanatory notes:

n = 6; Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 2. / Other explanatory notes as in Tab. 2.

W niniejszej pracy podjęto próbę wyjaśnienia tego zjawiska. Przy tej samej naważce owoce mniejsze charakteryzują się większą powierzchnią niż owoce większe, dlatego oznaczona w nich większa zawartość witaminy C sugerowałaby, że witamina ta znajduje się w samej skórcie lub tuż pod skórka. Celem potwierdzenia powyższej hipotezy oznaczono zawartość witaminy C w owocach czarnej porzeczki o znanej średnicy (tab. 3) i przeprowadzono następujące rozumowanie:

dane dotyczące owoców dużych oznaczono indeksem 1, małych – indeksem 2, a masę pojedynczego owocu – m^* . Jednakową masę $m = m_1 = m_2$ otrzyma się przy różnych liczbach owoców dużych i małych, odpowiednio: n_1 i n_2 , czyli:

$$n_1 \times m_1^* = n_2 \times m_2^* \quad (1)$$

Ponieważ masa danego ciała jest iloczynem jego gęstości ρ i objętości V , więc:

$$n_1 \times \rho_1 \times V_1 = n_2 \times \rho_2 \times V_2 \quad (2)$$

Założono, że $\rho_1 = \rho_2 = \rho$, a owoce są kulkami o średnicach d_1 i d_2 .

Wówczas:

$$n_1 \times \rho \times \frac{\pi \times d_1^3}{6} = n_2 \times \rho \times \frac{\pi \times d_2^3}{6} \quad (3)$$

$$n_1 \times d_1^3 = n_2 \times d_2^3 \quad (4)$$

a po przekształceniu:

$$\frac{n_1}{n_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^3 \quad (5)$$

Sumaryczne powierzchnie S owoców dużych i małych tworzących masę m są różne:

$$S_1 = n_1 \times \pi \times d_1^2 \quad (6)$$

$$S_2 = n_2 \times \pi \times d_2^2 \quad (7)$$

Jeżeli witamina C jest skoncentrowana w warstwie powierzchniowej owocu, to jej całkowita zawartość W w masie owoców m będzie równa:

$$W_1 = k \times S_1 = k \times n_1 \times \pi \times d_1^2 \quad (8)$$

$$W_2 = k \times S_2 = k \times n_2 \times \Pi \times d_2^2 \quad (9)$$

gdzie k oznacza zawartość witaminy C w jednostce powierzchni owocu.

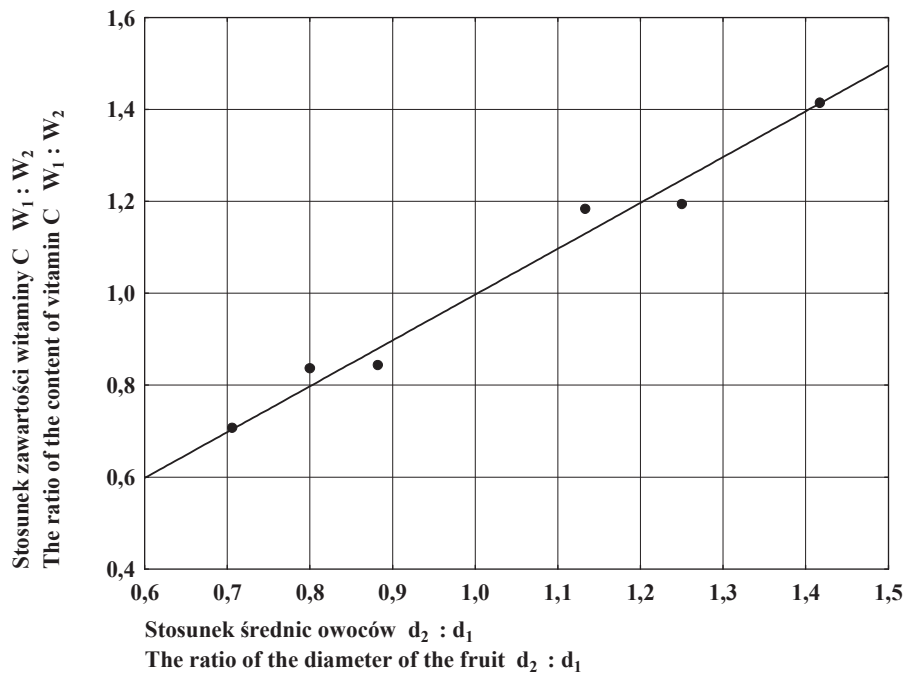
Po podzieleniu równania (8) i (9) stronami otrzymuje się:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{n_1 \times d_1^2}{n_2 \times d_2^2} \quad (10)$$

Korzystając z równania (5), powyższą zależność można przedstawić w postaci:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (11)$$

Z przeprowadzonego wywodu wynika, że zawartość witaminy C w tej samej masie owoców porzeczki czarnej o różnych średnicach jest odwrotnie proporcjonalna do średnic tych owoców.



Rys. 1. Zależność pomiędzy stosunkiem średnic owoców porzeczki czarnej a stosunkiem zawartości w nich witaminy C

Fig. 1. Correlation between black current fruit diameter ratio and vitamin C content ratio in black currant fruits

Dane doświadczalne (tab. 3) opracowano w programie Statistica 10 według modelu funkcji liniowej typu $y = a \times X$, odpowiadającej równaniu (11) i przedstawiono na rys. 1. Wyznaczona postać równania:

$$\frac{w_1}{w_2} = 0,997094 \times \frac{d_2}{d_1} \quad (12)$$

charakteryzuje się wysokim współczynnikiem determinacji $R^2 = 0,97$, świadczącym o dobrym dopasowaniu i dużej przydatności zaproponowanego modelu.

Wnioski

1. Owoce badanych odmian porzeczki czarnej, czerwonej i białej mogą być cennym źródłem składników mineralnych, cukrów, flawonoidów oraz witaminy C.
2. Największą zawartością ogólną oznaczanych składników charakteryzowały się owoce porzeczki czarnej 'Ruben'. Zawierały one istotnie najwięcej fosforu, magnezu i siarki oraz wielokrotnie więcej polifenoli ogółem i witaminy C w porównaniu z owocami porzeczki czerwonej 'Rovanda' i białej 'Biała z Juteborg'.
3. Mniejsze owoce porzeczki czarnej odmiany 'Ruben' charakteryzowały się większą zawartością witaminy C niż owoce większe.

Badania wykonano w ramach tematu „Wpływ barwy na prozdrowotną wartość owoców porzeczki (Ribes L.)” z Utrzymania Potencjału Badawczego 518-07-057-3176-05/18.

Literatura

- [1] Ambrożewicz E., Skrzydlewska E.: Antyoksydacyjne właściwości czarnej porzeczki. *Far. Przegl. Nauk.*, 2009, **10**, 30-34.
- [2] Bieniek A., Kopytowski J., Piłat B.: Wartość odżywcza owoców ukraińskich i litewskich odmian porzeczki czarnej w porównaniu z odmianą Titania. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 2009, **536**, 33-43.
- [3] Cosmulescu S., Trandafir I., Nour V.: Mineral composition of fruit in black and red currant. *South Wes. J. Hortic. Biol. Environ.*, 2015, **1 (6)**, 43-51.
- [4] FAOSTAT: The Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database, 2016. [on line]. Dostęp w Internecie [15.09.2016]: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>
- [5] Fischbach J.: Yield, fruit chemistry, and consumer preference of red and white currants in Bayfield. *WI. Res. Bull.*, 2014, **28**, 1-6.
- [6] Grajkowski J., Ochmian I., Skupień K., Chelpiński P., Mikiciuk G.: Wpływ dwóch wysokości cięcia odnawiającego porzeczki czarnej odmiany 'Titania' na wzrost, jakość plonu oraz skład chemiczny owoców. *Folia Univ. Agric. Stetin., Agricultura*, 2004, **242 (98)**, 57-62.
- [7] Hegedűs A., Balogh E., Engel R., Sipos B.Z., Papp J., Blázovics A., Stefanovits-Bányai E.: Comparative nutrient element and antioxidant characterization of berry fruit species and cultivars grown in Hungary. *Hort. Science*, 2008, **6 (43)**, 1711-1715.
- [8] Karabela M.: Czarna porzeczka. *Panacea*, 2008, **1 (22)**, 30-31.

- [9] Kazimierczak R., Hallmann E., Rembiałowska E.: Zawartość antyoksydantów w wybranych odmianach czarnych porzeczek pochodzących z różnych upraw w kontekście profilaktyki prozdrowotnej. *Postępy Tech. Przetw. Spoż.*, 2008, **2**, 26-32.
- [10] Klepacka A.: Przeciwneglikacyjne właściwości ekstraktów roślinnych bogatych w polifenole. *Post. Fitoter.*, 2013, **2**, 127-131.
- [11] Koss-Mikołajczyk I., Kusznierewicz B., Bartoszek A.: Comparison of the content of phenolic compounds and antioxidant activity of white, red and black currants (*Ribes sp.*) extracts. *Cam. Sep.*, 2014, **1 (6)**, 5-10.
- [12] Krełowska-Kułas M.: *Badanie jakości produktów spożywczych*. Wyd. PWE, Warszawa 1993.
- [13] Mikulic-Petkovsek M., Schmitzer V., Slatnar A., Stampar F., Veberic R.: Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species. *J. Food Sci.*, 2012, **10 (77)**, 1064-1070.
- [14] Młodecki L., Piekarski L.: *Zagadnienia zdrowotne żywności*. PZW, Warszawa 1982, ss. 134.
- [15] Nour V., Trasindafir I., Ionica M.E.: Ascorbic acid, anthocyanins, organic acids and mineral content of some black and red currant cultivars. *Fruits*, 2011, **5 (66)**, 353-362.
- [16] Ochmian I., Dobrowolska A., Strzelecki R., Kozos K.: Porównanie jakości owoców trzech odmian porzeczki czarnej (*Ribes nigrum* L.) w zależności od wielkości owoców. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. Agric. Aliment. Pisc. Zootech.*, 2013, **304 (26)**, 97-106.
- [17] Ożarowski A., Jaroniewski W.: *Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie*. Wyd. Inst. Wyd. Związków Zawodowych, Warszawa 1987, ss 306-307.
- [18] Pluta S.: *Porzeczki czarne i kolorowe*. Wyd. Hortpress Sp. z o.o. i Hortus Media Sp. z o.o., Warszawa 2013, ss.7-27.
- [19] PN-A-04019:1998. *Produkty spożywcze. Oznaczanie zawartości witaminy C*.
- [20] Rymuza K., Grużewska A., Brzozowski P., Majchrowski K.: Rachunek opłacalności uprawy czarnej porzeczki przy różnym poziomie plonów i cen. *Zesz. Nauk. Rol.*, 2011, **4 (98)**, 77-84.
- [21] Stuper-Szablewska K., Ostrowska A., Góral T., Matysiak A., Perkowski J.: Porównanie aktywności przeciwutleniającej różnych odmian pszenicy ozimej naturalnie porażonej i inokulowanej grzybami z rodzaju *Fusarium*. *Biul. IHAR.*, 2015, **276**, 9-18.
- [22] Szajdek A., Borkowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4 (41) Supl.**, 5-28.
- [23] Werner T.: Krzewy jagodowe – nowe odmiany. *Hasło Ogród.*, 2006, **8**, 86-89.
- [24] Wojdyło A., Oszmiański J., Milczarek M., Wietrzyk J.: Phenolic profile, antioxidant and antiproliferative activity of black and red currants (*Ribes ssp.*) from organic and conventional cultivation. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 2013, **48**, 715-725.

PROFILE OF CHEMICAL COMPOSITION OF CURRANT FRUITS GROWN IN WESTERN POMERANIA REGION

S u m m a r y

Currant fruits belong to a group of fruits showing a high nutritional value and beneficial biological activity. The objective of the research study was to compare the chemical composition and to determine the properties of three currant fruit species: 'Ruben' (*Ribes nigrum* L.) black currant cv., 'Rovanda' (*Ribes rubrum* L.) red currant cv., and 'Biała z Juteborg' (*Ribes niveum* L.) white currant cv.; all of them were cultivated in the Western Pomerania region and harvested when they were ripe and ready for consumption. They were picked from 4-year old shrubs in 2015. In the fruits, there were determined the contents of: macro- and micronutrients (N, P, K, Ca and Mg, S, Fe, Zn, Cu, and Mn), reducing and total sugars, total

polyphenols, and vitamin C. It was found that the fruits of the currant species studied could be a valuable source of mineral components, sugars, flavonoids, and vitamin C. The 'Ruben' black currant fruits were characterized by the highest content of components assayed in dry matter (470.41 g/kg DM). They contained the significantly highest content of phosphorus (2.96 g/kg DM), magnesium (685.87 mg/kg DM), sulphur (647.30 mg/kg DM), and total polyphenols (17.09 g/kg DM). They also accumulated several times more vitamin C (204.96 mg/100 g of FM.) than the red currant (40.73 mg/100 g FM) and white currant (32.02 mg/100 g FM) fruits. Based on the analyses performed, it was reported that the smaller fruits of black currant contained more vitamin C than the bigger fruits.

Key words: currant fruits, mineral components, sugars, polyphenols, vitamin C 

MARTA CHMIEL, MIROSŁAW SŁOWIŃSKI

KSZTAŁTOWANIE SIĘ BARWY MIĘSA WOŁOWEGO PODCZAS TRWANIA PROCESU „BLOOMING”

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było wyznaczenie minimalnego czasu niezbędnego do wykształcenia i ustabilizowania się barwy *m. semimembranosus* normalnej jakości (RFN, n = 20) oraz obciążonego cechami DFD – ciemnego, twardego i suchego (n = 20). Surowiec klasyfikowano na grupy jakości na podstawie pomiaru pH przeprowadzonego po 48 h od uboju. Pomiar składowych L^* , a^* , b^* , nasycenia (C^*) oraz tonu (h°) barwy prowadzono w warunkach chłodniczych od momentu przecięcia powierzchni mięsa (czas 0 min) aż do 190 min trwania "kwitnienia mięsa" („blooming time”). W badanym surowcu oznaczono ilość wycieku po obróbce termicznej, zdolność utrzymania wody własnej, zawartość podstawowych składników chemicznych oraz barwników hemowych ogółem. Na podstawie uzyskanych wyników nie stwierdzono istotnego ($p \leq 0,05$) wpływu „blooming time” na jasność barwy obu grup jakości mięsa. Wskazuje to na możliwość szacowania ostatecznej jasności mięsa wołowego już w momencie przecięcia jego powierzchni, co z kolei umożliwi dokonanie klasyfikacji surowca (na podstawie składowej barwy L^*) bez konieczności oczekiwania na stabilizację pozostałych składowych barwy. Stabilizację składowej barwy a^* , nasycenia (C^*) oraz tonu (h°) barwy mięsa normalnej jakości (RFN) zaobserwowano w $15 \div 20$ minucie procesu "blooming", a mięsa DFD po $20 \div 25$ min.

Słowa kluczowe: barwa, „blooming”, mięso wołowe, wada DFD

Wprowadzenie

Barwa mięsa należy do podstawowych wyróżników jego jakości technologicznej i kulinarnej oraz jest jednym z pierwszych i najważniejszych wyróżników jego oceny konsumenckiej [16, 24, 25, 26, 27, 30]. Prawidłowe określanie barwy mięsa jest niezwykle istotne zarówno dla zakładów przemysłu mięsnego, jak i w badaniach naukowych, w których na podstawie barwy dokonuje się m.in. klasyfikacji i oceny jakości surowca [1, 3, 22, 29, 30]. Jak podają Wulf i wsp. [28] oraz Florek i wsp. [7], pomiar

Dr inż. M. Chmiel, prof. dr hab. M. Słowiński, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa. Kontakt: marta_chmiel@sggw.pl

barwy mięsa wołowego jest także ważny ze względu na zależność pomiędzy barwą a pH mięsa.

Czynnikami wpływającymi na barwę mięsa są m.in.: ilość, skład i przemiany barwników, w tym mioglobiny (Mb) [2]. Obecna w tkance mięśniowej mioglobina (Mb) wchodzi w szereg reakcji chemicznych. Podczas ekspozycji mięsa na działanie tlenu początkowo purpurowa barwa mięsa ulega przekształceniu do różowoczerwonej na drodze utleniania mioglobiny (Mb) do oksymoglobiny (OMb). Proces ten zwany jest „kwitnieniem mięsa”, częściej używa się jednak określenia „blooming” [3, 21, 23]. Dane literaturowe podają różne wartości minimalnego czasu „blooming” potrzebnego na wykształcenie/rozwój i ustabilizowanie się barwy mięsa [23, 30]. Brewer i wsp. [3] podają jako minimum 20-minutowy „blooming time”, który pozwala na ustabilizowanie się barwy mięsa wieprzowego. Z kolei Wulf i Wise [30] uważają, że minimalny „blooming time” mięsa wołowego to 30 min, jednak autorzy wykorzystali do jego charakterystyki jedynie składowe L^* , a^* i b^* , nie uwzględnili natomiast nasycenia (C^*) oraz tonu barwy (h°). Rentfrow i wsp. [19] twierdzą, że „blooming time” wynoszący $10 \div 12$ min jest zupełnie wystarczający do ustabilizowania się barwy mięsa wołowego oraz do otrzymywania powtarzalnych wyników jej pomiaru. Niektórzy autorzy podają dużo dłuższy czas stabilizowania się barwy mięsa – nawet do 180 min [9, 23]. Tempo rozwoju i stabilizacji barwy, a więc tempo „blooming” jest uzależnione m.in. od pH mięsa, temperatury jego przechowywania, ilości dostępnego tlenu [13]. Niewiele jest danych dotyczących wpływu „blooming time” na wykształcenie/rozwój i stabilizację barwy mięsa wołowego obciążonego wadą DFD (*dark, firm, dry* – ciemne, twarde, suche).

Celem niniejszej pracy było wyznaczenie minimalnego czasu niezbędnego do wykształcenia i ustabilizowania się barwy *m. semimembranosus* normalnej jakości (RFN) oraz DFD.

Material i metody badań

Materiał do badań stanowiło mięso wołowe pozyskane z 40 różnych półtuszy młodego bydła typu ogólnoużytkowego, z chowu towarowego. Wiek zwierząt w momencie uboju wynosił od 13 do 24 miesięcy. Tusze zwierząt, z których pobierano surowiec do badań, zaklasyfikowano głównie do klasy mięsności „O” (około 80 %) według klasyfikacji EUROP. Masa tusz była zróżnicowana i wynosiła $200 \div 450$ kg. Uboju zwierząt dokonano w warunkach przemysłowych, z zastosowaniem wychładzania dwustopniowego (I^o: temperatura powietrza 0°C , czas $6 \div 7$ h, II^o: temperatura powietrza 4°C , czas 30 h, do uzyskania temperatury w centrum termicznym udźca nie wyższej niż 4°C). Próbkę o masie około 1,5 kg pozyskiwano z *m. semimembranosus* i w każdej z nich po 48 h od uboju dokonywano pomiaru pH w celu klasyfikacji surowca na mięso normalne – RFN (*red, firm, nonexudative, normal* – czerwone, jędrne, niecieknące)

lub obarczone wadą DFD, poprzez wbicie elektrody szklano-kalomelowej oraz czujnika kompensacji temperatury pH-metru CP-411 (Elmetron, Zabrze, Polska) bezpośrednio w badany surowiec. Do kalibrowania pH-metru używano dwóch buforów (o pH 4 i 7). Temperatura badanego mięsa nie przekraczała 4 °C. Kryterium podziału na grupy jakości stanowiło pH równe 5,8. Mięso klasyfikowano jako normalne, jeśli pH < 5,8 a DFD – jeśli pH ≥ 5,8 [20, 26]. Następnie surowiec zapakowany próżniowo przechowywano w warunkach chłodniczych (0 ÷ 2 °C) przez kolejne 24 h. Po tym czasie opakowania próżniowe otwierano i na świeżo przeciętej powierzchni (odcinano plaster o grubości ok. 30 mm) badanych mięśni (czas 0) dokonywano pomiaru składowych barwy L*, a*, b* w skali CIE L*a*b* oraz nasycenia (C*) i tonu (h°) przy użyciu spektrofotometru Minolta CM2600d (Konica Minolta, Japonia). Stosowano następujące ustawienia aparatu: źródło światła D65, obserwator 10°, otwór głowicy pomiarowej 8 mm. Przed rozpoczęciem oznaczeń urządzenie kalibrowano na wzorcu bieli (L* 99,18, a* -0,07, b* -0,05). Pomiary wykonywano bezpośrednio na świeżo przeciętej powierzchni mięśnia (czas 0 min), co 5 min do 30. minuty, następnie co 10 min do 70. minuty i co 20 minut do 190. minuty od momentu przecięcia. Pomiarów dokonywano w warunkach chłodniczych (0 ÷ 2 °C) w pięciu różnych obszarach na powierzchni, przyjmując wartość średnią za wynik oznaczenia. Próbkę pomiędzy pomiarami przechowywano bez dostępu światła, a w celu ochrony przed obsychaniem powierzchni przykrywano je folią. Po określonych przedziałach czasowych „blooming” pomiary przeprowadzano zawsze w tym samych miejscach na powierzchni badanych próbek. Wykorzystując składowe barwy L*, a*, b* obliczano bezwzględną różnicę barw (między barwą mięsa normalnego a obarczonego wadą DFD). Do tego celu wykorzystano zależność:

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_0 - L^*_1)^2 + (a^*_0 - a^*_1)^2 + (b^*_0 - b^*_1)^2},$$

gdzie:

ΔE – bezwzględna różnica barw, L^*_0 , a^*_0 , b^*_0 – składowe barwy mięsa normalnego; L^*_1 , a^*_1 , b^*_1 – składowe barwy mięsa DFD.

Po pomiarach barwy każdą z badanych próbek rozdrabniano w wilku (Mesko WN60; Mesko, Skarżysko-Kamienna, Polska) z siatką o średnicy otworów 3 mm. Tak przygotowany surowiec posłużył do określenia pozostałych wyróżników jakości mięsa. Oznaczano ilość wycieku po obróbce termicznej: do zlewki o pojemności 150 cm³ odważano po około 30 g rozdrobnionego mięsa z dokładnością do 0,1 g. Mięso ugniatano na dnie zlewki i przykrywano folią. Obróbkę termiczną prowadzono w łaźni wodnej o temp. 72 ± 2 °C przez 30 min. Następnie próbki schładzano w powietrzu przez około 20 min do temp. około 20 °C, zlewano frakcję płynną (wyciek) i próbki ponownie ważono. Ponadto oznaczano zdolność utrzymania wody własnej (WHC) według Grau'a i Hamma [8] w modyfikacji Pohja i Niniivaary [18], zawartość podstawowych

składników chemicznych zgodnie z PN-A-82109:2010 [17] przy wykorzystaniu urządzenia FoodScan (FOSS, Dania) oraz barwników hemowych ogółem metodą Horsneya [10].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej w programie Statgraphics Plus 4.1. (STSC Inc., Rocville, MD, U.S.A.). Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (One-Way ANOVA) wpływu grupy jakości mięsa na wybrane wyróżniki jego jakości, wpływu „blooming time” oraz wpływu grupy jakości mięsa na składowe L^* , a^* , b^* , nasycenie C^* oraz ton (h°) barwy. Istotność różnic pomiędzy cechami weryfikowano testem Tukeya HSD przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Zgodnie z przyjętym kryterium podziału i na podstawie pomiaru pH z 40 próbek *m. semimembranosus* 20 zaklasyfikowano jako mięso normalnej jakości (RFN) oraz 20 – jako DFD (tab. 1).

Tabela 1. Wybrane wyróżniki jakości mięsa wołowego o cechach RFN i DFD

Table 1. Selected quality characteristics of beef mat with RFN and DFD characteristics

Wyróżnik / Characteristic	Grupa jakości mięsa Meat quality group	
	RFN	DFD
pH	5,6 ± 0,1	6,4 ± 0,3
Ilość wycieku po obróbce termicznej Thermal drip [%]	15,7 ^a ± 2,8	5,6 ^b ± 2,3
Zdolność utrzymywania wody własnej Water holding capacity [cm ² /g]	22,3 ^a ± 2,3	10,6 ^b ± 3,6
Zawartość wody Water content [%]	74,7 ^a ± 1,5	74,0 ^a ± 1,1
Zawartość białka Protein content [%]	20,4 ^a ± 0,9	20,2 ^a ± 0,6
Zawartość tłuszczu Fat content [%]	2,6 ^a ± 0,7	3,2 ^a ± 0,8
Zawartość barwników hemowych ogółem Total heme pigment content [ppm hemin]	258,0 ^a ± 29,3	254,9 ^a ± 31,2

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; n = 20; a, b – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean values in columns and denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$).

Badane mięso obarczone wadą DFD charakteryzowało się istotnie ($p \leq 0,05$) większą zdolnością utrzymywania wody własnej (na co wskazują niższe wartości tego

wyróżnika) oraz mniejszą ilością wycieku po obróbce termicznej w porównaniu z mięsem normalnej jakości (tab. 1). Na podstawie przeprowadzonej jednoczynnikowej analizy wariancji nie stwierdzono istotnych ($p > 0,05$) różnic pod względem zawartości białka ogółem, tłuszczu i wody pomiędzy badanymi grupami jakości *m. semimembranosus*. Ponadto nie stwierdzono istotnych ($p > 0,05$) różnic pod względem zawartości barwników hemowych ogółem pomiędzy grupami jakości badanego mięsa (tab. 1).

Analizę wpływu grupy jakości badanego mięsa wołowego na składowe L^* , a^* , b^* , nasycenie C^* oraz ton (h°) barwy podczas procesu „blooming” przedstawiono w tab. 2. Wyniki badań wielu autorów wskazują na istnienie zależności pomiędzy pH mięsa a jasnością jego barwy. Mięso DFD jest ciemniejsze od mięsa normalnego [3, 5, 6, 16, 27, 29, 30]. Podobną tendencję zaobserwowano także w niniejszych badaniach. Przez cały czas trwania pomiaru barwy, tj. do 190. minuty mięso obarczone wadą DFD w porównaniu z RFN charakteryzowało się istotnie niższą jasnością L^* barwy (tab. 2). Ponadto charakteryzowało się ono także istotnie niższym udziałem barwy czerwonej (a^*) oraz nasyceniem barwy (C^*) – tab. 2. W przypadku składowej barwy b^* (udział barwy żółtej) nie stwierdzono istotnych ($p > 0,05$) różnic pomiędzy mięsem RFN a DFD tylko w początkowym czasie „blooming” (tj. w pierwszych 5 min od wyeksponowania powierzchni mięśnia na działanie tlenu atmosferycznego – czas 0 i 5 min). Po 10 min trwania procesu „blooming” mięso DFD charakteryzowało się istotnie ($p \leq 0,05$) niższą wartością składowej barwy b^* w porównaniu z mięsem normalnej jakości (tab. 2). Tendencja ta utrzymywała się do ostatniego wyznaczonego w badaniu czasu pomiaru.

Ton barwy h° był istotnie wyższy ($p \leq 0,05$) w przypadku mięsa DFD do 130. minuty trwania „blooming”, natomiast pod koniec analizowanego czasu (tj. od 150. minuty) nie stwierdzono istotnych różnic tonu barwy (h°) mięsa normalnej jakości oraz DFD (tab. 2). W trakcie ekspozycji powierzchni badanego mięsa na działanie tlenu atmosferycznego purpurowoczerwona mioglobina (Mb) ulegała stopniowemu utlenowaniu do różowoczerwonej oksymoglobiny (OMb). Oznaczone w niniejszych badaniach wyższe wartości parametrów a^* , b^* i nasycenia barwy C^* oraz niższa wartość tonu barwy h° (tab. 2) mięsa RFN w stosunku do mięsa DFD wynikały prawdopodobnie z większej ilości oksymoglobiny (OMb) w warstwie tkanki penetrowanej przez światło [12]. Bardziej otwarta i rozluźniona mikrostruktura mięsa RFN, w porównaniu z mięsem DFD, spowodowała, że w powierzchniowej warstwie gromadził się sok mięsny. Obecna w nim oksymoglobina (OMb) miała wpływ na wartości wymienionych chromatycznych parametrów barwy. Przy niższym pH, a więc takim, jakim charakteryzuje się mięso RFN, w porównaniu z DFD, mioglobina wykazuje większą podatność na utlenowanie i utlenienie. Jak podają Karamucki i wsp. [11, 12] oraz Lindahl i wsp. [15], oksymoglobina (OMb) cechuje się dużym udziałem barwy czerwonej (a^*), żółtej (b^*) oraz wysokim nasyceniem barwy (C^*). Według niektórych autorów występowanie

poszczególnych form chemicznych mioglobiny na powierzchni mięsa wpływa także na jasność (L^*) jego barwy [14].

Tabela 2. Wartości składowych L^* , a^* , b^* , nasycenia C^* oraz tonu (h°) barwy mięsa wołowego o cechach RFN i DFD

Table 2. L^* , a^* , b^* components, Chroma C^* , and hue angle (h°) of colour of beef meat with RFN and DFD characteristics

Czas blooming Blooming time [min]	Grupa jakości mięsa Meat quality group	Składowa barwa / Color component					ΔE
		L^*	a^*	b^*	C^*	h°	
0	RFN	32,0 ^{aA} ± 2,0	12,8 ^{aA} ± 0,6	15,8 ^{aA} ± 0,5	20,4 ^{aA} ± 0,5	51,0 ^{aA} ± 1,9	11,2
	DFD	21,3 ^{aB} ± 4,2	9,6 ^{aB} ± 1,3	15,5 ^{aA} ± 1,3	18,3 ^{aB} ± 1,0	58,5 ^{abcB} ± 5,5	
5	RFN	32,5 ^{aA} ± 2,8	15,5 ^{abA} ± 1,1	19,7 ^{bA} ± 0,6	25,1 ^{abA} ± 1,2	52,0 ^{aA} ± 1,3	11,6
	DFD	21,9 ^{aB} ± 4,2	11,0 ^{abB} ± 1,3	18,0 ^{abA} ± 1,8	21,2 ^{abB} ± 1,7	58,9 ^{bcB} ± 3,7	
10	RFN	32,5 ^{aA} ± 2,5	16,3 ^{abA} ± 0,8	20,7 ^{bcA} ± 0,6	26,3 ^{bA} ± 0,8	51,9 ^{aA} ± 1,3	11,5
	DFD	22,3 ^{aB} ± 4,8	11,3 ^{abB} ± 1,5	18,7 ^{abB} ± 1,8	21,9 ^{abB} ± 2,2	59,2 ^{cB} ± 2,8	
15	RFN	32,3 ^{aA} ± 2,3	17,1 ^{bA} ± 1,1	21,7 ^{bcA} ± 1,4	27,7 ^{bA} ± 1,8	51,9 ^{aA} ± 1,3	11,5
	DFD	22,2 ^{aB} ± 4,0	12,1 ^{abB} ± 1,0	19,3 ^{abB} ± 1,2	22,9 ^{abB} ± 1,3	58,1 ^{abcB} ± 1,9	
20	RFN	32,6 ^{aA} ± 2,5	17,2 ^{bA} ± 1,0	21,8 ^{bcA} ± 1,3	27,8 ^{bA} ± 1,6	51,8 ^{aA} ± 1,3	11,9
	DFD	22,2 ^{aB} ± 4,2	11,9 ^{abB} ± 1,6	19,5 ^{cbB} ± 2,0	23,0 ^{bbB} ± 2,1	58,9 ^{abcB} ± 2,8	
25	RFN	32,5 ^{aA} ± 2,3	17,7 ^{bA} ± 1,1	22,3 ^{bcA} ± 1,5	28,5 ^{bA} ± 1,6	51,5 ^{aA} ± 1,1	11,5
	DFD	22,5 ^{bB} ± 4,2	12,5 ^{bbB} ± 1,3	20,0 ^{bbB} ± 1,6	23,7 ^{bbB} ± 1,6	58,3 ^{abcB} ± 2,5	
30	RFN	32,5 ^{aA} ± 2,5	17,7 ^{bA} ± 1,1	22,3 ^{bcA} ± 1,4	28,5 ^{bA} ± 1,7	51,6 ^{aA} ± 1,1	11,6
	DFD	22,8 ^{aB} ± 4,3	12,0 ^{abB} ± 1,9	19,4 ^{abB} ± 2,0	23,0 ^{bbB} ± 2,0	58,6 ^{abcB} ± 3,1	
40	RFN	32,8 ^{aA} ± 2,7	18,1 ^{bA} ± 1,4	22,7 ^{bcA} ± 1,6	29,0 ^{bA} ± 2,2	51,5 ^{aA} ± 1,0	11,9
	DFD	23,5 ^{aB} ± 5,1	11,7 ^{abB} ± 2,1	19,0 ^{abB} ± 3,2	22,6 ^{abB} ± 3,1	58,6 ^{abcB} ± 1,6	
50	RFN	32,8 ^{aA} ± 2,6	18,3 ^{bA} ± 2,3	22,7 ^{bcA} ± 2,2	29,2 ^{bA} ± 3,1	51,3 ^{aA} ± 0,9	11,7
	DFD	23,3 ^{aB} ± 5,7	12,3 ^{abB} ± 2,5	19,4 ^{bbB} ± 3,5	23,4 ^{bbB} ± 3,3	57,6 ^{abcB} ± 1,8	
60	RFN	32,8 ^{aA} ± 2,1	18,3 ^{bA} ± 2,2	22,7 ^{bcA} ± 2,3	29,1 ^{bA} ± 3,1	51,2 ^{aA} ± 0,8	11,5
	DFD	23,5 ^{aB} ± 3,7	12,3 ^{abB} ± 3,0	19,5 ^{cbB} ± 3,7	23,5 ^{bbB} ± 3,9	57,8 ^{abcB} ± 2,1	
70	RFN	32,9 ^{aA} ± 2,2	18,5 ^{bA} ± 1,9	22,9 ^{caA} ± 2,0	29,4 ^{bA} ± 2,8	51,1 ^{aA} ± 0,8	11,8
	DFD	23,6 ^{aB} ± 5,2	12,1 ^{abB} ± 3,0	19,3 ^{abB} ± 3,8	23,1 ^{bbB} ± 3,8	58,2 ^{bcB} ± 3,0	
90	RFN	33,1 ^{aA} ± 1,9	18,3 ^{bA} ± 2,8	22,5 ^{bcA} ± 2,8	29,0 ^{bA} ± 4,0	51,0 ^{aA} ± 0,7	12,1
	DFD	23,7 ^{aB} ± 4,7	11,9 ^{bbB} ± 3,3	18,5 ^{abB} ± 5,2	22,4 ^{abB} ± 5,3	57,0 ^{abcB} ± 1,4	
110	RFN	33,2 ^{aA} ± 1,8	18,0 ^{bA} ± 4,3	22,1 ^{bcA} ± 4,6	28,5 ^{bA} ± 6,2	50,9 ^{aA} ± 1,0	12,0
	DFD	23,9 ^{aB} ± 5,3	11,8 ^{abB} ± 3,8	17,8 ^{abB} ± 7,2	21,8 ^{abB} ± 7,1	55,6 ^{abcB} ± 4,0	
130	RFN	33,7 ^{aA} ± 1,5	18,2 ^{bA} ± 4,4	21,9 ^{bcA} ± 5,4	28,5 ^{bA} ± 6,9	50,2 ^{aA} ± 1,6	12,1
	DFD	24,1 ^{aB} ± 6,1	12,1 ^{abB} ± 4,7	17,7 ^{abB} ± 8,1	21,8 ^{abB} ± 8,6	54,8 ^{abcB} ± 3,6	
150	RFN	33,6 ^{aA} ± 1,7	18,3 ^{bA} ± 3,9	21,4 ^{bcA} ± 6,2	28,2 ^{bA} ± 7,1	49,0 ^{aA} ± 4,2	11,8
	DFD	24,3 ^{aB} ± 5,9	12,1 ^{abB} ± 4,4	17,5 ^{abB} ± 1,8	21,6 ^{abB} ± 9,1	54,1 ^{abA} ± 6,1	
170	RFN	33,6 ^{aA} ± 2,2	18,3 ^{bA} ± 4,3	22,2 ^{bcA} ± 5,0	28,8 ^{bA} ± 6,6	50,5 ^{aA} ± 0,9	11,6
	DFD	25,1 ^{aB} ± 6,9	12,1 ^{abB} ± 4,2	17,3 ^{abB} ± 8,2	21,5 ^{abB} ± 7,6	54,5 ^{aA} ± 5,4	
190	RFN	33,8 ^{aA} ± 2,4	18,4 ^{bA} ± 5,0	22,1 ^{bcA} ± 5,9	28,8 ^{bA} ± 7,8	50,1 ^{aA} ± 1,3	11,8
	DFD	25,1 ^{aB} ± 7,7	12,0 ^{abB} ± 5,5	17,3 ^{abB} ± 9,5	21,5 ^{abB} ± 10,0	54,6 ^{abA} ± 3,7	

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie \pm odchylenia standardowe / Table shows mean values \pm standard deviations; $n = 20$; wpływ „blooming time”: a, b, c – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / effect of „blooming time”: a, b, c – mean values in rows and denoted by different lower-case letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$); wpływ grupy jakości mięsa: A, B – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / effect of meat quality group: A, B – mean values in rows and denoted by different upper-case letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$).

Obliczone na podstawie składowych barwy L^* , a^* , b^* bezwzględne różnice barw ΔE pomiędzy mięsem normalnej jakości oraz DFD kształtowały się powyżej 11 w odniesieniu do wszystkich analizowanych czasów „blooming”, co oznacza, że różnica barwy pomiędzy badanymi grupami jakości mięsa była wyraźna (tab. 2). Uzyskane różnice barwy mięsa normalnej jakości oraz DFD nie były natomiast wynikiem różnic zawartości barwników hemowych ogółem, gdyż zawartość barwników kształtowała się na zbliżonym poziomie (tab. 1).

Jak podają Feldhusen i Reinhard [4], Mancini i Hunt [16] oraz Karamucki i wsp. [11], w próbkach mięsa zróżnicowanego pod względem pH należy oczekiwać różnego zakresu i tempa zmian barwy. Związane jest to z różnym zakresem oraz niejednakową szybkością pośmiertnego obniżania pH. Przykładowo stabilność barwy mięsa jest mniejsza, gdy jego pH jest niższe. W niniejszych badaniach stwierdzono, że „blooming time” mięsa nie różnicował wartości składowej barwy L^* obu badanych grup jakości mięsa (tab. 2). Jasność barwy mięsa normalnej jakości oraz DFD była zatem stabilna w czasie trwania procesu „blooming”. Należy jednak zwrócić uwagę na duży rozrzut wartości składowej barwy L^* mięsa DFD w poszczególnych pomiarach czasowych. Jak podają Lee i wsp. [13], najszybszy i największy wzrost jasności L^* następuje w ciągu pierwszych 10 min ekspozycji na działanie tlenu świeżo przeciętej powierzchni mięsa wołowego. Autorzy odnotowali niewielki, lecz ciągły wzrost wartości składowej barwy L^* w kolejnych minutach eksperymentu aż do 120. minuty jego trwania. W niniejszych badaniach w ciągu 190 min trwania procesu „blooming” nastąpił jedynie niewielki wzrost jasności barwy mięsa. Składowa L^* nie była wrażliwa na „blooming time”, możliwa jest zatem klasyfikacja surowca na podstawie pomiaru składowej barwy L^* na świeżo przeciętej powierzchni mięsa bez konieczności poddawania go procesowi „blooming”. Uzyskane wyniki są zbliżone do wyników przedstawionych przez Brewera i wsp. [3] oraz Škrlepa i Čandek-Potokar [21], którzy również nie stwierdzili istotnego wpływu czasu „blooming” na składową barwę L^* mięsa wieprzowego. Natomiast Wulf i Wise [30] podają, że stabilizacja jasności barwy mięsa wołowego zachodzi po 30 min, przy czym L^* jest składową, w porównaniu z a^* i b^* , najmniej wrażliwą na proces „blooming”, który w badaniach autorów mierzony był przez 93 min.

Podczas „blooming time” zaobserwowano wzrost wartości składowej barwy a^* zarówno mięsa normalnej jakości (RFN), jak i DFD. W przypadku mięsa RFN wartość

składowej barwy a* wzrosła od momentu przecięcia powierzchni próbki do 190. minuty o 5,7 jednostki, natomiast w przypadku mięsa DFD – o 2,4 jednostki, a największy wzrost obserwowano w ciągu pierwszych 15 min od wyeksponowania powierzchni próbek na działanie tlenu (tab. 2). Stabilizacja składowej barwy a* nastąpiła po 15 min w przypadku mięsa normalnej jakości. Zbliżone wyniki otrzymali Rentfrow i wsp. [19]. Według autorów nasycenie barwą czerwoną wzrasta do 9. minuty oraz stabilizuje się po 12. minucie „blooming time”. Lee i wsp. [13] badali zmiany barwy różnych mięśni wołowych w czasie trwania „blooming time” i zaobserwowali ponad 50-procentowy wzrost składowej barwy a* w ciągu pierwszych 10 min ekspozycji świeżo przeciętej powierzchni mięsa na działanie tlenu. W przypadku mięsa DFD stabilizacja składowej barwy b* nastąpiła dopiero po kolejnych 10 min procesu „blooming”, a więc po 25 min. Wulf i Wise [30] podają jeszcze dłuższy czas stabilizacji zarówno składowej barwy a*, jak i b*, która następuje dopiero po 78. Minucie procesu „blooming”. Tak rozbieżne wyniki mogły się wiązać z różnicami w surowcu użytym do badań (różne mięśnie).

Zaobserwowano istotny wzrost udziału barwy żółtej (b*) podczas „blooming time” mięsa wołowego RFN i DFD. Największy wzrost wartości składowej b* odnotowano w ciągu pierwszych 5 min ekspozycji świeżo przeciętej powierzchni mięsa w atmosferze tlenu (tab. 2). Zbliżone wyniki otrzymali Lee i wsp. [13]. Odnotowali oni największy wzrost udziału składowej barwy b* mięsa wołowego w pierwszych 10 minutach „blooming time”, natomiast maksymalny wzrost nasycenia barwą żółtą nastąpił w ciągu pierwszej godziny. Również Rentfrow i wsp. [19] podają, że wartości składowej barwy b* nie zmieniają się już po upływie 9 ÷ 12 min, a czas ten jest wystarczający do ustabilizowania się tej składowej barwy mięsa wołowego. W niniejszych badaniach w miarę upływu czasu udział barwy żółtej wzrastał zarówno w przypadku mięsa RFN jak i DFD, jednak po 70. minucie nastąpiło obniżenie wartości składowej barwy b* obu grup jakości mięsa (tab. 2). Do wyznaczenia momentu stabilizacji tej składowej barwy niezbędne wydaje się przeprowadzanie dalszych pomiarów po 190. minucie. Ostatecznie wartość składowej barwy b* wzrosła od momentu ekspozycji świeżo przeciętej powierzchni mięsa o 6,3 jednostki w przypadku mięsa RFN, a tylko o 1,8 w przypadku mięsa obciążonego wadą DFD (przy najwyższym wzoście w 25. Minucie procesu „blooming” – 4,5 jednostki, tab. 2). Jak podają Škrlep i Čandek-Potokar [21], największe zmiany podczas trwania procesu „blooming” mięsa wieprzowego obserwuje się w przypadku składowej b*. W badaniach wymienionych autorów składowa ta ustabilizowała się po 26 min.

Stwierdzono istotny wpływ „blooming time” na parametr barwy C* mięsa normalnej jakości i DFD (tab. 2). Wartość nasycenia barwy w trakcie „blooming time” wzrastała w obu grupach jakości badanego mięsa wołowego, najintensywniej w pierwszych 5 ÷ 10 min, a następnie systematycznie do 70. minuty, natomiast wyraźniejszy

wzrost odnotowano w przypadku mięsa RFN. Po 70. Minucie procesu „blooming”, podobnie jak w przypadku składowej barwy b^* , wartości nasycenia barwy C^* obniżyły się (tab. 2). W przypadku mięsa normalnej jakości istotne zmiany odnotowano jednak tylko w pierwszych 10 min, a DFD – w pierwszych 20 min trwania procesu „blooming”. Zbliżone wyniki otrzymali Lee i wsp. [13]. Według tych autorów podczas pierwszych 60 min trwania „blooming time” zachodzi wzrost nasycenia barwy C^* w mięsie wołowym, natomiast w ciągu pierwszych 10 min obserwuje się największe zmiany. Rentfrow i wsp. [19] podają, że stabilizacja tego parametru następuje już po 12 min. Według Brewera i wsp. [3] oraz Škrlepa i Čandek-Potokar [21] stabilizacja nasycenia barwy C^* mięsa wieprzowego następuje po 18 ÷ 20 min procesu „blooming”.

Nie stwierdzono istotnego wpływu „blooming time” na ton barwy (h^o) mięsa wołowego normalnej jakości (tab. 2). Zaobserwowano jedynie niewielkie obniżenie wartości tego parametru barwy po 130. minucie trwania procesu „blooming”. W przypadku barwy mięsa obciążonego wadą DFD stwierdzono niewielki istotny wzrost wartości tonu barwy w pierwszych 10 min trwania „blooming”. Z kolei od 110. minuty obserwowano obniżenie wartości (nawet do poziomu niższego niż początkowy) i w kolejnych minutach stabilizację tego parametru barwy (tab. 2). Według Lee i wsp. [13] wartość tonu barwy h^o mięsa wołowego wzrasta w czasie trwania „blooming”, a jego stabilizacja następuje po 60. minucie. W niniejszych badaniach mięso DFD charakteryzowało się mniej stabilnym tonem barwy w porównaniu z mięsem normalnej jakości (tab. 2).

Wnioski

1. Badane mięso wołowe (*m. semimembranosus*) normalnej jakości (RFN) cechowało się w przypadku większości analizowanych okresów czasowych procesu „blooming” istotnie jaśniejszą barwą L^* , większym udziałem barwy czerwonej (a^*) i żółtej (b^*), nasyceniem barwy (C^*) oraz niższym tonem barwy (h^o) w porównaniu z mięsem DFD.
2. W przypadku mięsa wołowego normalnej jakości podczas trwania procesu „blooming” wykształcenie oraz stabilizacja składowej barwy a^* , nasycenia (C^*) oraz tonu (h^o) barwy nastąpiły w ciągu 15 ÷ 20 min od wyeksponowania próbek mięsa na działanie tlenu atmosferycznego. W przypadku mięsa obciążonego wadą DFD czas ten był dłuższy i wynosił 20 ÷ 25 min.
3. Nie stwierdzono istotnego wpływu „blooming time” na jasność barwy (L^*) mięsa RFN i DFD. Wskazuje to na możliwość szacowania ostatecznej jasności mięsa wołowego już w momencie przecięcia jego powierzchni, co z kolei umożliwi dokonanie klasyfikacji surowca (na podstawie L^*) bez konieczności oczekiwania na stabilizację pozostałych składowych barwy.

Literatura

- [1] Abril M., Campo M.M., Önenç A., Sañudo C., Albertí P., Negueruela A.L.: Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Sci.*, 2001, **58**, 69-78.
- [2] Beriain M.J., Goni M.V., Indurain G., Sarries M.V., Insausti K.: Predicting *Longissimus dorsi* myoglobin oxidation in aged beef based on early *post-mortem* colour measurements on the carcass as a colour stability index. *Meat Sci.*, 2009, **81**, 439-445.
- [3] Brewer M.S., Zhu L.G., Bidner B., Meisinger D.J., McKeith F.K.: Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Sci.*, 2001, **57**, 169-176.
- [4] Feldhusen F., Reinhard H.J.: Farbveränderungen der Oberfläche von Schweinemuskulatur bei verschieden relativen Kühlluftfeuchtigkeiten. *Fleischwirtschaft.*, 1994, **74**, 765-768.
- [5] Fischer K.: Fleischfehler müssen nicht sein. *Fleischwirtschaft.*, 2001, **10**, 21-24.
- [6] Fischer K.: Fleischfehler müssen nicht sein. *Fleischwirtschaft.*, 2001, **11**, 16-21.
- [7] Florek M., Litwińczuk A., Skalecki P., Ryszkowska-Siwko M.: Changes of physicochemical properties of bullocks and heifers meat during 14 days of ageing under vacuum. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **57/3**, 281-288.
- [8] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung Fleisch. *Fleischwirtschaft.*, 1952, **4**, 195-297.
- [9] Honikel K.O.: Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.*, 1998, **49**, 447-457.
- [10] Horsney M.C.: The colour of cooked pork. *J. Sci. Food Agric.*, 1956, **7**, 534.
- [11] Karamucki T., Gardzielewska J., Jakubowska M., Rybak K., Garczewska J.: The relationship between colour and pH in cold-stored quail breast muscle. *Ann. Anim. Sci.*, 2013, **13**, 401-413.
- [12] Karamucki T., Jakubowska M., Rybarczyk A., Gardzielewska J.: The influence of myoglobin on the colour of minced pork loin. *Meat Sci.*, 2013, **94**, 234-238.
- [13] Lee M.S., Apple J.K., Yancey J.W.S., Sawyer J.T., Johnson Z.B.: Influence of vacuum-aging period on bloom development of the beef gluteus medius from top sirloin butts. *Meat Sci.*, 2008, **80**, 592-598.
- [14] Lindahl G., Karlsson A.H., Lundstöm K., Andersen H.J.: Significance of storage time on degree of blooming and colour stability of pork loin from different crossbreeds. *Meat Sci.*, 2006, **72**, 603-612.
- [15] Lindahl G., Lundstöm K., Tronberg E.: Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Sci.*, 2001, **59**, 141-151.
- [16] Mancini R.A., Hunt M.C.: Current research in meat color. *Meat Sci.*, 2005, **71**, 100-121.
- [17] PN-A-82109:2010. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu, białka i wody. Metoda spektrometrii transmisyjnej w bliskiej podczerwieni (NIT) z wykorzystaniem kalibracji na sztucznych sieciach neuronowych (ANN).
- [18] Pohja N.S., Niinivaara F.P.: Die Bestimmung des Wasserbindung des Fleischesmittels der Konstantdruckmethode. *Fleischwirtschaft.*, 1957, **9**, 193-195.
- [19] Rentfrow M.L., Linville M.L., Stahl C.A., Olson K.C., Berg E.P.: The effects of the antioxidant lipoic acid on beef longissimus bloom time. *J. Anim. Sci.*, 2004, **82**, 3034-3037.
- [20] Silva J.A., Patarata L., Martins C.: Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Sci.*, 1999, **52**, 453-459.
- [21] Škrlep M., Čandek-Potokar M.: Pork color measurement as affected by bloom time and measurement location. *J. Muscle Food.*, 2007, **18**, 78-87.
- [22] Strzyżewski T., Bilka A., Krysztofiak K.: Zależność pomiędzy wartością pH mięsa a jego barwą. *Nauka Przyroda Technol.*, 2008, **2/2**, #12.

- [23] Tapp W.N., Yancey J.W.S., Apple J.K.: How is the instrumental color of meat measured? *Meat Sci.*, 2011, **89**, 1-5.
- [24] Troy D.J., Kerry J.P.: Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Sci.*, 2010, **86**, 214-226.
- [25] Valous N.A., Mendoza F., Sun D.W., Allen P.: Colour calibration of a laboratory computer vision system for quality evaluation of pre-sliced hams. *Meat Sci.*, 2009, **81**, 132-141.
- [26] Viljoen H.F., de Kock H.L., Webb E.C.: Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Sci.*, 2002, **61**, 181-185.
- [27] Warris P.D., Brown S.N., Paściak P.: The colour of the adductor as a predictor of pork quality in the loin. *Meat Sci.*, 2006, **73**, 565-569.
- [28] Wulf D.M., O'Connor S.F., Tatum J.D., Smith G.C.: Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *J. Anim. Sci.*, 1997, **75**, 684-692.
- [29] Wulf D.M., Page J.K.: Using measurements of muscle color, pH and electrical impedance to argument the current USDA beef quality grading standards and improve the accuracy and precision of sorting carcasses into palatability groups. *J. Anim. Sci.*, 2000, **78**, 2595-2607.
- [30] Wulf D.M., Wise J.W.: Measuring muscle color on beef carcasses using the L*a*b* color space. *J. Anim. Sci.*, 1999, **77**, 2418-2427.

BEEF COLOUR EVOLUTION DURING BLOOMING

Summary

The objective of the research study was to determine the minimum time required to develop and stabilize the colour of *m. semimembranosus* of normal quality (RFN, n = 20) and of that showing DFD characteristics, i.e. dark, firm, and dry (n = 20). The raw material was classified into quality groups on the basis of pH measured 48 h after slaughter. The L*, a*, b* colour components, Chroma (C*), and hue angle (h°) were measured under the cooling conditions, during the time period from intersecting the meat surface (time: 0 minute) until the blooming time of meat was 190 min. In the raw material, there were determined: thermal drip, water holding capacity (WHC), contents of basic chemical components and of total heme pigments. Based on the results obtained, no significant ($p \leq 0.05$) effect was found of the blooming time on the colour brightness of meat in the two meat quality groups. This indicates the possibility to estimate the final brightness of beef meat at the time its surface is being intersected, which will, in turn, allow the classification of raw material (based on L* colour component) without having to wait for the stabilization of the other colour components. The stabilization of a* colour component, Chroma (C*), and hue angle (h°) of normal quality (RFN) meat was reported at the 15th to 20th minute of the blooming phase, and that of DFD meat at the 20th to 25th minute thereof.

Key words: colour, blooming, beef, DFD defect ☒

ZYGMUNT USYDUS, JOANNA SZLINDER-RICHERT

EFFECT OF PRE-TREATMENT ON CONTENT OF PCDD/F + DL-PCB IN MUSCLE TISSUE OF ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR*) AND SEA TROUT (*SALMO TRUTTA*)

S u m m a r y

The effect of pre-treatment was evaluated on the reduction in the content of dioxins (PCDD/F) and dioxin-like polychlorinated biphenyls (dl-PCBs) in the Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets and sea trout (*Salmo trutta*) caught in the Baltic Sea. The research studies included fish of different sizes.

The levels of contaminants below the acceptable values as set out in the Commission Regulation (EU) No. 1259/2011 were found in the pre-treated products produced from salmon fillets of up to 7900 g in weight and up to 86 cm in length, and from the sea trout, their weight up to 4500 g and length up to 74 cm. In the case of the trimmed fillets (which contained the ventral part), the content of dioxins and dl-PCBs therein did not exceed the acceptable levels in the Baltic salmon of up to 2579 g in weight and up to 65 cm in length nor in the sea trout of up to 3376 g in weight and up to 65 cm in length.

It was concluded that the pre-treatment process involving trimming and removal of the ventral part of fillet (about 25 % of weight) caused the content of contaminants in the final product to decrease. The study results indicate that the monitoring of contaminants in fish with the focus on consumer safety should involve samples of fish directly available to consumers in chain stores. In the case the sample is a whole fish, the procedure of preparing a sample for laboratory tests has a major impact on the final result of assay.

Key words: salmon, sea trout, PCDD/Fs, PCBs, pre-treatment

Introduction

Owing to their nutritional value, fish and fishery products are highly valuable food products with a beneficial effect on human health. They contain proteins rich in essential amino acids (lysine, methionine, cysteine, threonine, and tryptophan); micro- and macro-nutrients (calcium, phosphorous, fluorine, and iodine); fats, which are

Dr hab. inż. Z. Usydus, prof. nadzw., dr hab. inż. J. Szlinder-Richert, prof. nadzw., Zakład Chemii Żywności i Środowiska, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy, ul. H. Kollątaja 1, 81-332 Gdynia. Kontakt: zygmun.usydus@mir.gdynia.pl

a valuable source of energy; fat-soluble vitamins; and n-3 polyunsaturated fatty acids, which exhibit beneficial effect in the prevention against heart diseases [2, 9, 10]. Of the Baltic fishes, salmon, sea trout and sprat are found to be characterized by a fat content ranging from ca. 2 % to 20 % depending on the season; and herring is characterized by a fat content from ca. 2 % to 10 % depending on the season [16, 21, 22].

However, fish and fishery products do not contain only nutrients but, also, undesirable substances that can pose health risk to consumers. The most common toxic substances occurring in fish and fish products are toxic metals (mercury, arsenic, lead, and cadmium), polychlorinated biphenyls (PCBs), organochlorine pesticides, aromatic hydrocarbons, dioxin-like polychlorinated biphenyls (dl-PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and dibenzofurans (PCDD/Fs) [6, 17].

In the interest of consumer health, the EU has introduced maximum limits for those contaminants in different food groups, among other things, in fish [3, 4]. The amount of contaminants in all the products admitted to the European market should not exceed those levels. Moreover, members of the European community are obliged to regularly monitor the levels of PCDD/Fs and PCBs in food, including fish. In Poland, such monitoring is provided by the National Veterinary Institute in Puławy.

The levels of contaminants in fish vary depending on the species; they are determined by several factors such as quality of ecosystem, in which the fish occur, duration of exposure to environmental factors (age of fish), season of the year, and position in the food web. Dioxins are toxic substances accumulating in fat, which undergo bioaccumulation and bio-magnification in the trophic chain. Therefore, the highest levels of those contaminants should be expected in oily predatory fish. Among them, there are salmon, for which, initially, planktonic crustaceans, insect larvae, smaller fish, and crustaceans constitute a prey.

However, in the light of contamination-related data, the question arises whether or not the consumption of salmon can be recommended to consumers. First of all, it should be noted that, owing to the limited resources of wild salmon and because of the associated severe restrictions on fishing quotas for this species in the Baltic Sea, the market share of wild salmon is small; therefore, the farmed salmon is a species that usually reaches the consumers.

The objective of the present study was to assess the two approaches that ensure that the products, derived from salmon and sea trout caught in the Baltic Sea and directed to the market, meet the EU limits with respect to the content of dioxins (PCDD/F) and dioxin-like polychlorinated biphenyls (dl-PCBs). One of them, used in several countries (e.g., Denmark) involves the determination of the size of individuals that may end up in the market. This approach is justified by the fact that the younger fish is exposed to harmful compounds in its environment for a shorter period of time; so, they should be characterized by a lower level of contaminants. Of course, it is im-

possible to determine the age of fish intended for the market because of practical reasons. Thus, based on the study results, there is a need to determine the size of those fish, in which the amounts of the above indicated contaminants do not exceed the acceptable levels. The second solution is to use a treatment technology, which makes it possible to reduce the levels of contaminants to such a degree that the contaminant levels in the resulting product are in line with the applicable regulations in force. This treatment technology covers trimming and excision of ventral part of the fillet and it was used in the present research study.

Materials and methods

Study material

The research material included 17 Baltic salmon (*Salmo salar*) and 16 sea trout (*Salmo trutta*) individuals. The fishes of those two species were collected in the fisheries located in the 24th and 25th square of ICES (International Council for the Exploration of the Sea), between 2011 and 2013. They were caught by fishing boats and delivered to a laboratory within 24 h (kept on ice). Tab. 1 and 2 show the detailed parameters (weight and length) of the samples studied.

Sample preparation

Fish delivered to the laboratory were, first, weighed, then headed and filleted. Fillets of the right side of every fish were trimmed and analyzed as a whole. Dorsal parts of the left fish side were weighed, their ventral parts (about 25 % of weight) were removed and, next, the prepared samples were analyzed under this study. In addition, 14 samples of ventral parts of the fillets were analyzed, too.

The samples prepared in this way were ca. 60 s homogenized in a mixer (Multi Processor, Zelmer), at a speed of 1300 rpm. The contents of fat and water were determined in the homogenized samples. To determine the PCDD/F and dl-PCB, the samples were freeze-dried in an Alpha 2-4 LSC freeze dryer (Christ, GmbH, Osterode am Harz, Germany). The samples were collected and prepared for chemical analysis by the National Fisheries Research Institute (NMFRI).

Analytical methods

In Eurofins GfA Lab Service GmbH, Hamburg, an accredited laboratory, the following was determined: polychlorinated dibenzo-paradioxins (PCDDs: sum of seven most toxic congeners), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs: sum of ten most toxic congeners), dioxin-like PCBs (dl-PCBs: sum of four non-ortho PCB nos. 77, 81, 126, 169 and sum of eight mono-ortho PCB nos. 105, 114, 118, 123, 156, 157, 167, 189). An isotope dilution analysis was applied according to the EPA Method 1613 [18]. The freeze-dried samples were extracted with n-hexane and the cleanup was per-

formed using adsorption chromatography. Prior to the extraction, the samples were spiked with mixtures of the isotope-labeled standards (Wellington Laboratories, Canada). The final extracts were analyzed using a HRGC/HRMS technique. The quantitation limits varied depending on the congener and the sample size. All the dl-PCBs occurred at measurable concentrations, while the highly chlorinated (hepta and octa) congeners of dioxins and furans occurred at the levels below LOQ. The concentrations below the limits of quantitation (LOQ) were equated with LOQ. The contents of PCDD/Fs and dl-PCBs were expressed as TEQ values, which were calculated for every sample by multiplying the individual congener levels, measured in every sample, by the appropriate toxic equivalency factor (TEF). The TEFs used were set by the World Health Organization (WHO) for humans and were calculated with respect to 2,3,7,8-TCDD [23]. The content of fat and water in the samples were determined in NMFRI based on the methodology as outlined in AOAC [1].

Statistical analysis

The statistical analysis was conducted using a STAT statistical software package (Statistica, Version 7.0); a significance level of $p = 0.05$ was applied. The Person's correlation analysis was used to analyze the correlation between the fish length and weight and the concentration of contaminants.

Results and discussion

Based both on the results of a long-standing research project, conducted by NMFRI on very many contaminants in fishes caught in the Polish Marine Areas [13, 14, 15] and on the data published by the National Veterinary Institute in Puławy [12], the following was found: in the salmon and sea trout studied, the limits of the acceptable contents of the sum of dioxin amounts and dl-PCBs (PCDD/F were exceeded, i.e.: 3.5 pg WHO-TEQ/g wet weight; sum of PCDD/F and dl-PCB: 6.5 pg WHO-TEQ). However, owing to the aforementioned effect of fish age on the concentration of contaminants, the amount of exceedance reported strongly depends on the characteristic of the samples analyzed.

The current study confirmed that the concentrations of PCDD/F + dl-PCBs in the muscle tissues of wild salmon samples and sea trout analyzed strongly depended on the fish size and the content of fat in the muscle tissue. Tab. 1 and 2 show detailed data on the fat content and contaminant concentrations in different parts of fillets. The linear regression models as presented in Fig. 1 - 4 that describe the relationship between the fish weight or fish length and the content of PCDD/Fs + dl-PCB demonstrate that there is a high, statistically significant ($p \leq 0.05$) correlation ($0.5 \leq r < 0.7$) between those parameters [11].

Table 1. Content of PCDD/Fs + dl-PCBs [pgTEQ-WHO/g], fat, and water in salmon fillets

Tabela 1. Zawartość PCDD/F + dl PCB [pgTEQ-WHO/g], tłuszczu i wody w filetach z łososia

No	Weight Masa [g]	Length Długość [cm]	Whole fillet Cały filet			Dorsal part Część grzbietowa			Ventral part Część brzuszna		
			Water Woda [%]	Fat Tłuszcz [%]	PCDD/F + dl- PCB	Water Woda [%]	Fat Tłuszcz [%]	PCDD/F + dl- PCB	Water Woda [%]	Fat Tłuszcz [%]	PCDD/F + dl- PCB
1	1688	57	72.42	7.15	5.20	73.43	6.73	2.73	70.65	9.16	6.16
2	2515	66	70.31	8.81	6.35	71.58	7.08	5.06	66.71	13.67	9.69
3	2850	64	72.50	4.38	6.94	74.85	3.95	5.15	na	na	na
4	3216	67	68.64	12.00	5.82	68.09	8.82	3.42	70.90	12.69	6.20
5	3545	72	68.52	12.17	7.43	69.59	10.60	7.09	67.21	13.93	8.16
6	3680	75	65.63	13.81	8.66	67.64	11.01	6.70	63.30	16.90	9.06
7	3875	69	65.36	14.76	7.63	66.50	13.82	4.48	63.98	17.26	8.62
8	4044	75	71.88	7.65	8.21	74.04	5.15	6.50	na	na	na
9	6600	79	72.45	6.98	5.34	76.11	4.32	3.11	na	na	na
10	8050	87	65.51	15.51	12.74	68.75	10.9	5.49	63.78	18.94	13.11
11	8625	92	64.78	14.15	17.79	69.03	8.83	8.02	62.77	16.67	19.82
12	8950	90	67.01	11.20	8.96	69.04	9.05	7.22	na	na	na
13	9090	94	67.32	12.19	7.51	69.58	8.12	4.68	66.20	19.23	10.34
14	9500	90	61.74	19.76	13.62	65.40	15.51	6.60	58.72	23.99	15.59
15	10245	101	67.09	13.49	11.78	70.33	9.10	7.80	61.13	20.84	na
16	10320	96	69.64	10.36	10.45	70.89	8.12	6.90	na	na	na
17	12180	99	61.72	17.27	14.53	63.57	14.81	10.71	55.16	26.59	15.62

Explanatory notes / objaśnienia:

na – not analyzed / nie analizowano

The developed models indicate that:

- as regards the whole trimmed fillet of wild salmon, lower levels of PCDD/F + dl-PCB were predicted only in those characterized by a weight below 2579 g and a length below 65 cm (Fig. 1) compared to the acceptable amount of those compounds as established by the Commission Regulation (EU) No. 1259/2011 [4];
- as regards the whole trimmed fillet of sea trout, lower levels of PCDD/F + dl-PCB were predicted only in those characterized by a weight below 3376 g and a length below 65 cm (Fig. 2) in comparison to the acceptable amount of those compounds as established by the Commission Regulation (EU) No. 1259/2011 [4].

Table 2. Content of PCDD/Fs + dl-PCBs [pgTEQ-WHO/g], fat, and water in trout filets

Tabela 2. Zawartość PCDD/F + dl-PCB [pgTEQ-WHO/g], tłuszczu i wody w filetach z troci

No	Weight Masa [g]	Length Długość [cm]	Whole fillet Cały filet			Dorsal part Część grzbietowa			Ventral part Część brzuszna		
			Water Woda [%]	Fat Tłuszcz [%]	PCDD/F + dl- PCB	Water Woda [%]	Fat Tłuszcz [%]	PCDD/F + dl- PCB	Water Woda [%]	Fat Tłuszcz [%]	PCDD/F + dl- PCB
1	1580	51	74.03	5.00	4.35	74.98	4.20	3.57	na	na	na
2	1750	52	75.59	4.31	4.92	76.04	3.64	3.52	73.24	6.48	6.09
3	1753	54	76.93	2.43	4.22	77.82	2.12	3.46	na	na	na
4	1896	50	71.22	7.69	3.86	73.04	5.88	3.17	na	na	na
5	1980	58	78.18	2.81	4.49	78.09	2.62	3.68	na	na	na
6	2003	56	76.64	2.85	5.66	77.96	2.12	4.71	75.68	3.44	7.26
7	2100	57	73.50	4.92	5.03	74.97	3.96	4.13	na	na	na
8	2182	58	74.17	5.10	5.77	75.27	4.23	4.73	na	na	na
9	2380	60	78.43	3.05	4.04	79.78	2.84	3.32	na	na	na
10	2400	58	71.64	6.44	6.20	72.89	5.24	5.08	na	na	na
11	2620	60	67.42	10.68	5.90	69.68	8.34	4.84	na	na	na
12	2750	61	72.50	5.79	6.69	73.89	4.92	6.65	71.88	6.64	7.67
13	3200	64	69.37	8.16	6.79	70.79	6.67	5.43	na	na	na
14	3247	63	75.48	3.14	7.34	75.99	3.06	5.87	na	na	na
15	3638	68	72.19	3.86	3.62	72.88	3.04	2.97	na	na	na
16	4920	75	67.52	11.17	9.33	69.02	9.25	7.46	na	na	na

Explanatory notes / Objasnienia:

na – not analyzed / nie analizowano

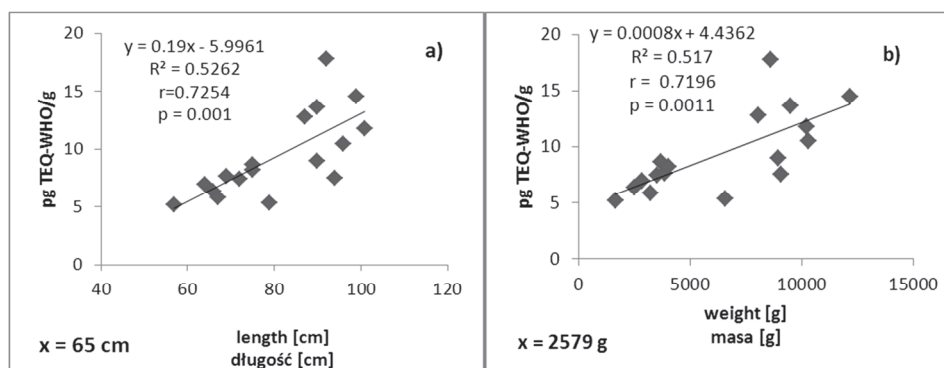


Fig. 1. Correlation between content of PCDD/F + dl-PCB in whole salmon fillet and length (a) and weight (b) of fish individual

Rys. 1. Zależność między zawartością PCDD/F + dl-PCB w całym filecie z łososia a długością osobnika (a) i jego masą (b)

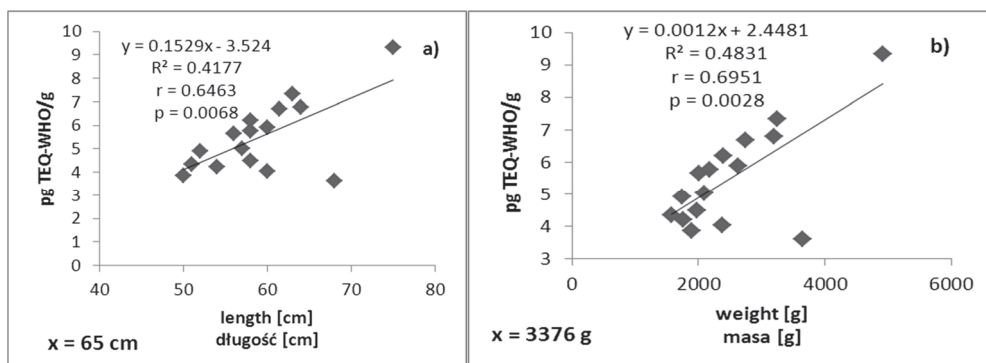


Fig. 2. Correlation between content of PCDD/F + dl-PCB in whole sea trout fillet and length (a) and (b) weight (b) of fish individual

Rys. 2. Zależność między zawartością PCDD/F + dl-PCB w całym filecie z troci a długością osobnika (a) oraz jego masą (b)

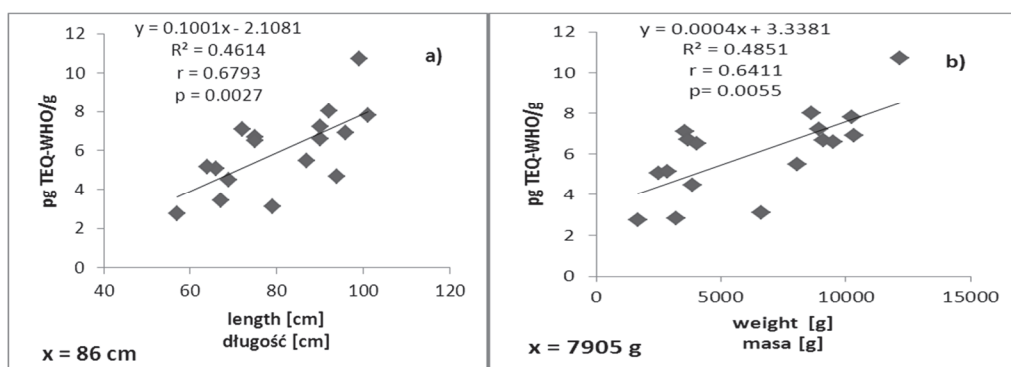


Fig. 3. Correlation between content of PCDD/F + dl-PCB in dorsal part of salmon fillet (after trimming and removal of ventral part) and length (a) and weight (b) of fish

Rys. 3. Zależność między zawartością PCDD/F + dl-PCB w części grzbietowej fileta z łososia (po trymowaniu i usunięciu części brzusznej) a długością osobnika (a) oraz jego masą (b)

Considering that the distribution of fat in the fillet is not homogeneous [7, 8] and the dioxin and other POPs accumulate predominantly in fat, it was assumed that after the removal of the most oily ventral part of the fillet, the remaining dorsal part should contain much lower concentrations of those contaminants than the whole fillet. As expected, the conducted studies proved that the content of PCDD/F and dl-PCBs in the dorsal part of the fillet was lower compared to the whole fillet and that the ventral part of the fish was the most contaminated one (Tab. 1 and 2).

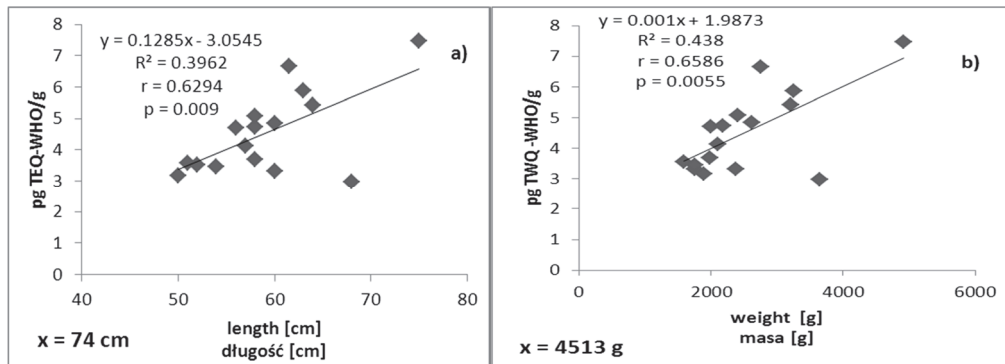


Fig. 4. Correlation between content of PCDD/F + dl-PCB in dorsal part of sea trout fillet (after trimming and removal of ventral part) and length (a) and weight (b) of fish

Rys. 4. Zależność między zawartością PCDD/F + dl-PCB w części grzbietowej fileta z troci a długością osobnika (a) oraz jego masą (b)

In the dorsal part of salmon individuals characterized by a weight of 7900 g and a length up to 86 cm (Fig. 3) as well as in the dorsal part of sea trout fish weighing up to 4500 g and being up to 74 cm long (Fig. 4), lower levels of PCDD/F + dl-PCB should be expected in comparison to the levels as established by the Commission Regulation (EU) No. 1259/2011 [4].

Compared to the whole fillet, the reduction in the content of dioxins and dl PCB in the dorsal part of salmon fillet ranged from 4.6 % to 56.9 % and as regards the sea trout: from 0.6 % to 28.5 %. The lowest reduction in the content of dioxins and dl-PCB in sea trout results probably from smaller differences in the content of fat among different parts of fillet.

The data on contaminants in wild salmon can eventuate in further restrictions for salmon fishing and bring negative economic consequences for coastal fisheries. However, our study indicates that the use of the procedure as suggested in the paper does enable us to get products made of wild salmon and sea trout that meet the requirements of the Commission Regulation (EU) No. 1259/2011 [4]. On the other hand, it was also shown that the majority of samples of ventral parts of fillets contained the amounts of contaminants that exceeded the EU limits. Thus, a question arises how to deal with the removed ventral parts of fillets.

The removed ventral parts of fillets could be treated as animal by-products not intended for human consumption, classified as Category 1 material, which is handled in the manner described in Article 12 of Regulation (EC) No. 1069/2009 of the European Parliament and of Council Regulation of 21st October 2009 *laying down health rules as regards animal by-products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) No. 1774/2002 (Animal by-products Regulation)* (OJ EU L 300 of

14.11.2009). Therefore, ventral parts of fillets could be used, for example, as feed for fur bearing animals, in accordance with the articles of the above-mentioned Regulation. In Poland, there are many fur farms. Such approach allows for the partial compensation of economic losses. Another possibility is to obtain oil and apply it as a raw material for the production of animal feed provided that this raw material will meet the requirements concerning acceptable levels of dioxins and dl-PCBs set out in Annex I to Directive 2002/32/EC [5]. However, it should be noted that there is a possibility of reducing the amount of dioxins (PCDD/Fs) in fish oil using activated carbon [20].

In the case of different types of fish oil, with the use of activated carbon, we achieved a reduction in the levels of PCDD/F within the range from more than 60 % to over 90 % [20].

However, it is important to note that the wild salmon fishing in the Polish Marine Areas is very low (about 32.6 tons in 2013 and 18.2 tons in 2014), while the annual production of smoked salmon in Poland is above 50,000 tones [NMFRI data]. The results received under that work refer to wild salmon caught in the Baltic Sea and not to farmed salmon. According to the literature data, the average content of dioxins and dl-PCBs in smoked farmed salmon, present in the Polish market, was approximately 2.5 pgWHO-TEQ₁₉₉₈/g of wet weight [19]. The levels of contaminants in farmed salmon, fed with fodder that meets legal requirements regarding contaminant levels, are expected to be low.

Conclusions

1. Salmon and sea trout are oily fishes and contain a lot of valuable compounds characterized by pro-health properties; however, the content of PCDD/F and dl-PCB therein exceeds the levels as required by law in force.
2. Pre-treatment involving trimming and removal of ventral part of fillet (about 25 % of weight) allow the content of contaminants in the final product to be significantly reduced.
3. The removed ventral part can be rationally used, for example, as a fodder for fur bearing animals.
4. The monitoring of contaminants in fishes, focused on consumer safety, should involve samples derived from the market, which actually reach consumers. When the whole fish constitutes a sample, the procedure of preparing samples in a laboratory has a strong effect on the final result of the assay. It is important, which part of the fillet will constitute a test sample.

Acknowledgments

This study was conducted within the framework of the Sectoral Operational Programme Fisheries and Fish Processing 2007-2013 (grant number 00017-61720-OR1100004/12).

Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 15th ed. Ed. K. Herlich. AOAC, Washington, DC, USA, 1990, p. 17.
- [2] Calo L., Bianconi L., Colivicchi F., Lamberti F., Loricchio M.L., de Ruvo E., Meo A., Pandozi C., Staibano M., Santini M.: Fatty acids for the prevention of atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery: A randomized, controlled trial. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2005, **45** (10), 1723-1728.
- [3] Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
- [4] Commission Regulation (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs.
- [5] Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council of 7 May 2002 on undesirable substances in animal feed.
- [6] Isoaari P., Hallikainen A., Kiviranta H., Vuorinen P.J., Parmanne R., Koistinen H., Vartiainen, T.: Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, dibenzofurans, biphenyls, naphthalens and polybrominated biphenyl ethers in edible fish caught from the Baltic Sea and lakes in Finland. *Environ. Pollut.*, 2006, **141**, 213-225.
- [7] Karl H., Lahrssen-Wiederholt M.: Factors influencing the intake of dioxins and dioxin-like PCB. *J. Verbrauch Lebensm.*, 2003, **8** (1-2), 27-35.
- [8] Katikou P., Hughes S.I., Robb D.H.F.: Lipid distribution within Atlantic salmon (*Salmo salar*) filets. *Aquaculture*, 2001, **202**, 89-99.
- [9] Kris-Etherton P.M., Harris W.S., Appel L.J.: For the Nutrition Committee. AHA scientific statement. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*, 2002, **106**, 2747-2757.
- [10] Ness A.R., Hughes J., Elwood P.C., Whitley E., Smith G.D., Burr M.L.: The long-term effect of dietary advice in men with coronary disease: Follow-up of the Diet and Reinfarction Trial (DART). *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2002, **56** (6), 512-518.
- [11] Stanisław A.: Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Tom 1. Statystyka podstawowa. StatSoft Polska. Kraków, 2006, 289-318.
- [12] Struciński P., Piskorska-Pliszczyńska J., Maszewski S., Góralczyk K., Warenik-Bany M., Mikołajczyk S., Czaja K., Hernik A., Ludwicki, J.K.: PCDD/Fs and DL-PCB intake from fish caught in Polish fishing grounds in the Baltic Sea – Characterizing the risk for consumers. *Environ. Int.*, 2013, **56**, 32-41.
- [13] Szlinder-Richert J., Barska I., Mazerski J., Usydus Z.: Organochlorine pesticides in fish from the southern Baltic Sea – Levels, bioaccumulation features and temporal trends during the period from 1997 to 2006. *Mar. Pollut. Bull.*, 2008, **56** (5), 927-940.
- [14] Szlinder-Richert J., Barska I., Mazerski J., Usydus Z.: PCBs in fish from the southern Baltic Sea: Levels, bioaccumulation features, and temporal trends during the period from 1997 to 2006. *Mar. Pollut. Bull.*, 2009, **58** (1), 85-92.

- [15] Szlinder-Richert J., Barska I., Usydus Z., Ruczyńska W., Grabic R.: Investigation of PCDD/Fs and dl-PCBs in fish from the southern Baltic Sea during the 2002-2006 period. *Chemosphere*, 2009, **74** (11), 1509-1515.
- [16] Szlinder-Richert J., Usydus Z., Wyszyński M., Adamczyk M.: Variation of fat content and fatty acids composition of the Baltic herring *Clupea harengus membras*. *J. Fish Biol.*, 2010, **77**, 585-599.
- [17] Szlinder-Richert J., Usydus Z., Malesa-Ciećwierz M., Polak-Juszczak L., Ruczyńska W.: Marine and farmed fish on the Polish market: Comparison of the nutritive value and human exposure to PCDD/F and other contaminants. *Chemosphere*, 2011, **85**, 1725-1733.
- [18] US EPA Method 1613. Tetra-Through Octa-Chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution HRGC/HRMS. Washington, DC, 1994.
- [19] Usydus Z., Szlinder-Richert J., Polak-Juszczak L., Komar K., Adamczyk M., Malesa-Ciećwierz M., Ruczyńska W.: Fish products available in Polish market – Assessment of the nutritive value and human exposure to dioxins and other contaminants. *Chemosphere*, 2009, **74** (11), 1420-1428.
- [20] Usydus Z., Szlinder-Richert J., Polak-Juszczak L., Małgorzata-Malesa M., Dobrzański Z.: Study on the raw fish oil purification from PCDD/F and dl-PCB: Industrial tests. *Chemosphere*, 2009, **74**, 1495-1501.
- [21] Usydus Z., Szlinder-Richert J., Adamczyk M., Szatkowska U.: Marine and farmed fish in Polish market: Comparison of nutritional value. *Food Chem.*, 2011, **126**, 78-84.
- [22] Usydus Z., Szlinder-Richert J., Adamczyk M.: Variations in proximate composition and fatty acid profiles of Baltic sprats (*Sprattus sprattus balticus*). *Food Chem.*, 2012, **130**, 97-103.
- [23] Van den Berg M., Birnbaum L.S., Denison M., De Vito M., Farland W., Feeley W., Fiedler H., Hakansson H., Hanberg A., Haws L., Rose M., Safe S., Schrenk D., Tohyama Ch., Tritscher A., Tuomisto J., Tysklind M., Walker N., Peterson R.E.: Review: The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol. Sci.*, 2006, **93** (2), 223-241.

**WPLYW OBRÓBKI WSTĘPNEJ NA ZAWARTOŚĆ PCDD/F + DL-PCB W TKANCE
MIĘŚNIOWY ŁOSOSIA ATLANTYCKIEGO (*SALMO SALAR*) I TROCI WĘDROWNEJ
(*SALMO TRUTTA*)**

S u m m a r y

Oceniono wpływ obróbki wstępnej na zawartość dioksyn (PCDD/F) i dioksynopodobnych polichlorowanych bifenyli (dl-PCB) w filetach z łososia atlantyckiego (*Salmo salar*) i troci wędrownej (*Salmo trutta*), poławianych w Bałtyku. Badaniami objęto ryby o zróżnicowanej wielkości.

Poziomy zanieczyszczeń poniżej wartości dopuszczalnych, określonych w Rozporządzeniu UE nr 1259/2011 stwierdzono w produktach po obróbce wstępnej, pochodzących z osobników łososia o masie do 7900 g i długości do 86 cm oraz troci wędrownej o masie do 4500 g i długości do 74 cm. W przypadku trzymowanych filetów (zawierających część brzusznej) poziomy dioksyn i dl-PCB nie były przekroczone w mięsie łososia bałtyckiego o masie do 2579 g i długości do 65 cm oraz troci wędrownej o masie do 3376 g i długości do 65 cm.

Stwierdzono, że obróbka wstępna polegająca na trzymowaniu i odrzuceniu części brzusznej fileta (ok. 25 % masy) wpłynęła na zmniejszenie zawartości zanieczyszczeń w końcowym produkcie. Wyniki badań wskazują, że monitoring zanieczyszczeń w rybach w zakresie bezpieczeństwa zdrowotnego powinien być prowadzony na próbach ryb bezpośrednio dostępnych dla konsumentów w sieci handlowej. W przypadku

kiedy próbę stanowi cała ryba, sposób przygotowania próbki do badań w laboratorium ma duży wpływ na końcowy wynik oznaczenia.

Słowa kluczowe: łosoś, troć, PCDDFa, PCBs, obróbka wstępna ☒

Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego
w Szczecinie

Polskie Towarzystwo Technologów Żywności – Oddział Szczeciński
Sekcja Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności
oraz

Sekcja Chemii Żywności Polskiego Towarzystwa Chemicznego

zapraszają na

XXII Sesję Naukową SMKN „Żywność – dzisiaj i jutro”

oraz

VI International Session of Young Scientific Staff

Szczecin, 18-19 maja 2017

Informacje: http://www.pttz.zut.edu.pl/konferencja_XXII/

Kontakt: dr inż. Agnieszka Strzelczak

e-mail: agstrzelczak@zut.edu.pl; tel.: 91 440 65 36

GRZEGORZ S. KOSTELECKI, BEATA PIÓRECKA, PAWEŁ JAGIELSKI

STAN WDROŻENIA SYSTEMU HACCP W SZPITALACH WOJEWODZTWA ŚLĄSKIEGO

Streszczenie

Wdrożenie systemu HACCP zapewniającego bezpieczeństwo zdrowotne żywności dotyczy każdego zakładu żywienia zbiorowego, w tym kuchni działających w szpitalach oraz firm cateringowych. Przy sprawnym funkcjonowaniu system ten pozwala na zmniejszenie kosztów leczenia związanego z ewentualnym wystąpieniem zatruc i/lub zakażeń pokarmowych, które w przypadku osób chorych mogą być poważnym zagrożeniem ich zdrowia i życia.

Celem pracy była ocena stopnia wdrożenia systemu HACCP i przedstawienie jego funkcjonowania w placówkach zapewniających żywienie pacjentów szpitali województwa śląskiego. W 2016 roku przeprowadzono badania ankietowe wśród pracowników odpowiedzialnych za organizację żywienia. Ankietę przesłano do 69 szpitali, a odpowiedzi otrzymano z 50 placówek, w tym: 21 wojewódzkich, 20 powiatowych, 7 klinicznych oraz 2 prywatnych. Tylko 34 % szpitali uczestniczących w badaniach miało kuchnie we własnej strukturze organizacyjnej, natomiast w 2/3 placówek usługę żywienia pacjentów realizowały firmy cateringowe, w tym 16 % szpitali dzierżawiło pomieszczenia swojej kuchni tym firmom. Według deklaracji osób organizujących żywienie system HACCP został w pełni wdrożony w połowie placówek, w 26 % szpitali nadal trwa jego wdrażanie, a 24 % nie podjęto się jego wdrażania. Wdrożenie systemu HACCP zależało od przyjętej formy organizacji żywienia pacjentów. Wśród szpitali, w których żywienie prowadziła firma cateringowa, tylko 48 % miało wdrożony system HACCP, natomiast 2/3 placówek dysponujących własną kuchnią zadeklarowało jego pełne wdrożenie. Żadna z osób odpowiedzialnych za organizację żywienia w szpitalach, które wydzierżawiły pomieszczenia własnej kuchni firmie cateringowej, nie deklarowała pełnego wdrożenia systemu HACCP. W badaniu potwierdzono, że na stopień wdrożenia systemu HACCP wpływ miały wiedza i kompetencje osób odpowiedzialnych za organizację żywienia w szpitalach. Dyrekcje szpitali powinny nadal zapewniać skuteczny tryb szkoleń dla osób odpowiedzialnych za wdrożenie i funkcjonowanie tego systemu.

Słowa kluczowe: system HACCP, bezpieczeństwo żywności, żywienie zbiorowe, szpitale, ocena wdrożenia systemu HACCP

Mgr G. S. Kostecki, Katedra Dietetyki, Wydz. Zdrowia Publicznego w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, ul. Jordana 19, 41-808 Zabrze-Rokitnica, dr B. Piórecka, mgr P. Jagielski, Instytut Zdrowia Publicznego, Wydz. Nauk o Zdrowiu UJ CM, ul. Grzegórzecka 20, 31-531 Kraków. Kontakt: beata.piorecka@uj.edu.pl

Wprowadzenie

Wdrożenie systemu HACCP w kuchniach funkcjonujących w szpitalach przyczynia się do zmniejszenia zagrożenia chorobami przenoszonymi drogą pokarmową, zapewnienia bezpieczeństwa podawanej żywności oraz zwiększenia świadomości w zakresie problematyki higieny i bezpieczeństwa żywności wśród personelu całego szpitala.

Pacjenci hospitalizowani w oddziałach szpitalnych stanowią szczególnie wrażliwą grupę konsumentów. Narażeni są na wiele niebezpieczeństw związanych z ekspozycją na specyficzne czynniki biologiczne, które przy obniżonej sprawności układu odpornościowego mogą przyczynić się do pogarszania stanu ich zdrowia. Dlatego też posiłki przygotowywane osobom chorym przez kuchnie szpitalne czy firmy cateringowe powinny cechować się nie tylko odpowiednią wartością odżywczą, ale przede wszystkim wysoką jakością mikrobiologiczną [10].

Pod względem liczby szpitali województwo śląskie plasuje się na pierwszym miejscu w Polsce. Odsetek szpitali ogółem w województwie śląskim wynosi 15 % w skali kraju. Mało jest tutaj nowych placówek (wybudowanych nie więcej niż 10 lat temu). Najczęściej są to szpitale 20 ÷ 50-letnie, a nawet ponadstuletnie. W województwie śląskim występuje duże zróżnicowanie organów założycielskich. Ze względu na gęstość zaludnienia województwa szpitale miejskie czy powiatowe często pełnią podobną rolę jak specjalistyczne szpitale wojewódzkie w innych regionach kraju. Uzupełnieniem bazy leczniczej są szpitale kliniczne, dla których organami założycielskimi są Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach oraz Ministerstwo Zdrowia [11, 12, 18].

W kuchni prowadzonej przez szpital należy, tak jak w każdym zakładzie żywienia zbiorowego, wprowadzić zasady systemu HACCP zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 852/2004 [14] w sprawie higieny środków spożywczych oraz z wymogami zawartymi w ustawie o bezpieczeństwie żywności i żywienia [15].

Inny przebieg ma wdrożenie wstępnych programów operacyjnych, czyli zasad Dobrej Praktyki Produkcyjnej (GMP) i Dobrej Praktyki Higienicznej (GHP) w sytuacji, gdy szpital korzysta z usług firmy cateringowej. W takim przypadku firma cateringowa musi stosować procedury na podstawie zasad HACCP, natomiast szpital uwzględnia je na etapie dystrybucji potraw. Ograniczać się to będzie do opracowania w placówce opieki medycznej procedur mających zastosowanie na etapie dystrybucji i serwowania posiłków oraz opisanie działań wykonywanych w oddziałach szpitalnych, mających wpływ na bezpieczeństwo żywności, np. sposobu postępowania z gotową potrawą uwzględniającego pomiar temperatury potrawy przed jej wydaniem pacjentom [13].

Celem pracy była ocena stopnia wdrożenia i przedstawienie funkcjonowania systemu HACCP w placówkach zapewniających żywienie dla pacjentów szpitali województwa śląskiego.

Material i metody badań

W pracy zastosowano badania ankietowe z użyciem autorskiego kwestionariusza ankiety, który składał się z 37 pytań zamkniętych, półotwartych i otwartych skalowanych, dotyczących stanu wdrożenia i funkcjonowania systemu HACCP, skierowanych do osób odpowiedzialnych za organizację żywienia w szpitalach. W ankiecie zamieszczono też pytania dotyczące sytuacji społeczno-demograficznej respondentów. Badania przeprowadzono w kwietniu i maju 2016 roku. Dobór podmiotów leczniczych był celowy. Z internetowej bazy Rejestru Podmiotów Wykonujących Działalność Leczniczą, zamieszczonej na stronie www.rpwdl.csioz.gov.pl [wejście w dniu 16.11.2015 r.], wybrano szpitale działające w formie Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej (SP ZOZ) oraz spółek prawa handlowego, prowadzące całodobowe świadczenia szpitalne w trybie leczenia stacjonarnego, dla których organem rejestrowym jest Wojewoda Śląski w Katowicach. Odnotowano 107 placówek spełniających wymienione kryterium. W następnej kolejności z otrzymanej listy wykluczono podmioty udzielające świadczeń z zakresu medycyny estetycznej i chirurgii plastycznej, ośrodki dializ oraz podmioty posiadające bazę ograniczoną do kilku łóżek. Ostatecznie uzyskano listę 69 szpitali, do których za pośrednictwem poczty elektronicznej lub faksu wysłano pismną prośbę o wyrażenie zgody na udział w badaniu i dołączono kwestionariusz ankiety. O wypełnienie ankiety poproszono osoby odpowiedzialne za wdrożenie systemu HACCP w placówkach, tj. kierowników działów żywienia, dietetyków szpitalnych, pełnomocników ds. jakości. Poziom zwrotności ankiet dla ogółu wytypowanych do badania szpitali wyniósł 74,6 %. Odpowiedzi otrzymano z 50 szpitali, w tym: 21 wojewódzkich, 20 powiatowych, 7 klinicznych oraz 2 prywatnych. Najwięcej ankiet (72 %) respondenci wypełnili za pomocą formularza elektronicznego. Drogą tradycyjną z wykorzystaniem przesyłki pocztowej wybrało 24 % badanych. Dwie ankiety odesłano pocztą elektroniczną (4 %).

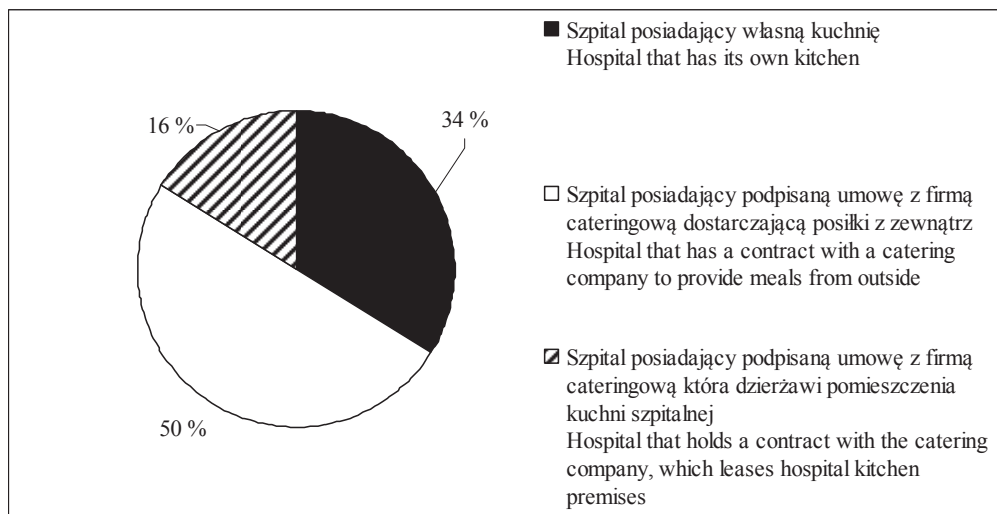
Analizę statystyczną zebranego materiału przeprowadzono w programie Statistica 12.0 PL. Do określenia zależności pomiędzy grupami i określonymi zmiennymi użyto testów χ^2 lub Kruskala-Wallisa. Testowanie prowadzono na poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Największą grupę osób, które wypełniły ankietę, stanowili pracownicy zatrudnieni na stanowisku dietetyka ($n = 23$) oraz kierownika działu żywienia ($n = 18$). Najmniej liczna grupa to osoby zatrudnione na stanowisku pełnomocnika ds. jakości ($n =$

2). Pozostałą grupę stanowiły osoby sprawujące inne funkcje w szpitalu ($n = 7$), w tym pielęgniarki oraz kierownicy i/lub pracownicy działów administracyjno-gospodarczych szpitala. Wśród respondentów przeważającą większość stanowiły kobiety (96 %). Ankietowanymi były najczęściej osoby w przedziale wiekowym $36 \div 49$ lat (58 %). Osoby w wieku $50 \div 65$ lat stanowiły 30 % grupy, a 10 % respondentów to osoby w wieku $25 \div 35$ lat. Tylko 1 osoba zaznaczyła przedział wiekowy: 66 lat i więcej. Respondenci to w większości osoby z wykształceniem policealnym (52 %). Wykształcenie wyższe miało 34 % osób, a wykształcenie średnie – 14 % respondentów.

Spośród 50 szpitali, z których otrzymano ankiety 68 % stanowiły jednostki prowadzone w formie SP ZOZ, a 32 % to skomercjalizowane lub sprywatyzowane szpitale działające w formie spółki prawa handlowego. Najliczniejszą grupę stanowiły szpitale, dla których podmiotem tworzącym jest Samorząd Województwa Śląskiego (42 %) oraz powiaty i miasta na prawach powiatu (40 %) z województwa śląskiego. Szpitale kliniczne należące do Śląskiego Uniwersytetu Medycznego oraz Ministerstwa Zdrowia stanowiły 14 %, natomiast udział szpitali prywatnych w badaniu wyniósł 4 %. Ponad połowa uczestniczących w badaniu szpitali (54 %) posiadała do 250 łóżek, natomiast pozostałe szpitale (46 %) to placówki duże, z ponad 250 łózkami.



Rys. 1. Formy organizacji żywienia pacjentów w badanych szpitalach województwa śląskiego
Fig. 1. Forms of organizing the feeding of patients in surveyed hospitals in Silesian Province

Z analizy odpowiedzi uzyskanych w ankietach własną kuchnię prowadziło 17 szpitali (34 %), natomiast 33 szpitale (66 %) powierzyły usługę żywienia pacjentów firmie cateringowej, w tym do 25 szpitali posiłki przywożone były z kuchni cateringo-

wej znajdującej się poza terenem szpitala (50 %), a w 8 przypadkach szpitale dzierżały pomieszczenia kuchni firmie cateringowej, która przygotowywała posiłki dla pacjentów (16 %) (rys. 1).

Pracownikom szpitali, które miały kuchnie we własnej strukturze organizacyjnej, zadano pytanie dotyczące przygotowywania posiłków dla innych placówek i tylko 3 z nich podały, że świadczą usługi żywienia innym podmiotom. Działy żywienia funkcjonujące w tych szpitalach miały w pełni wdrożony system HACCP wraz z kompletną księgą HACCP. Jeden z nich uzyskał także certyfikat zarządzania bezpieczeństwem żywności na zgodność z ISO 22 000 [19].

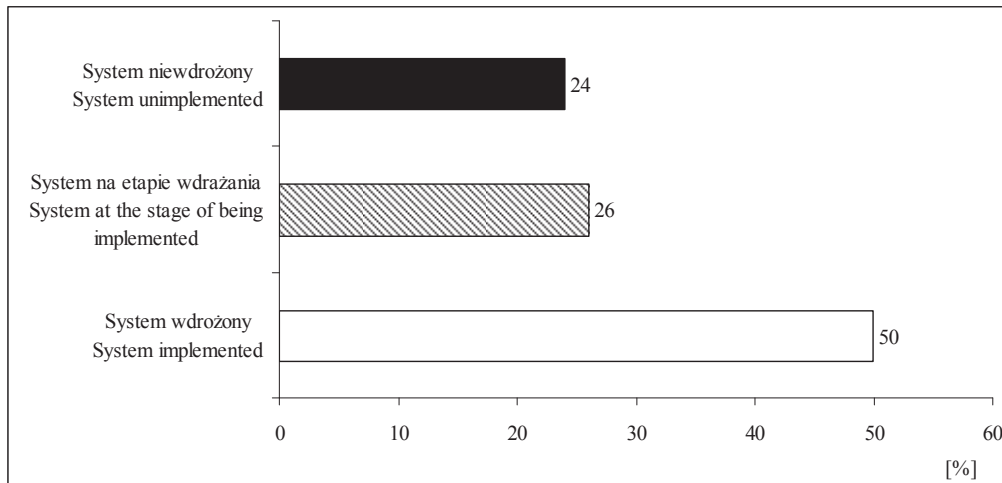
Od respondentów zebrano dane dotyczące stosowanego systemu dystrybucji posiłków w oddziałach szpitalnych. W zdecydowanej większości odpowiedzi wskazano na bemarowy system dystrybucji (80 %), natomiast system tacowy dystrybucji posiłków miało tylko 20 % badanych szpitali województwa śląskiego.

Na podstawie analizy danych z biuletynów rocznych oraz informacji nadesłanych przez stacje sanitarno-epidemiologiczne w polskich szpitalach w latach 2004 - 2010 odnotowano występowanie 23,5 % ognisk zatruc pokarmowych, które były przyczyną 1254 przypadków zachorowań. Według autorek pracy może się to wiązać ze stosowaniem bemarowego systemu dystrybucji posiłków oraz braku odpowiednich procedur postępowania z odpadami pokonsumpcyjnymi [2].

Analiza czynników organizacyjnych i ekonomicznych dotycząca doboru systemu dystrybucji posiłków dla projektowanego 600-lózkowego szpitala, przeprowadzona w 2014 r. przez Grzebińską i wsp. [7], potwierdziła, że tacowy system dystrybucji posiłków jest bardziej opłacalny i funkcjonalny w porównaniu z systemem bemarowym, który nie gwarantuje zachowania odpowiednich warunków higienicznych oraz wymaga przeznaczenia na oddziałach oddzielnych pomieszczeń na kuchenki.

W rocznych raportach opracowanych przez oddziały terenowe lub wojewódzkie Państwowej Inspekcji Sanitarnej brakuje wyszczególnienia danych dotyczących oceny funkcjonowania placówek żywienia zbiorowego świadczących żywienie dla pacjentów szpitali. Jedynym dostępnym źródłem uwzględniającym m.in. stan wdrożenia systemu HACCP są wyniki badań przedstawione w raporcie NIK z 2009 roku [8]. Oceniono w nim funkcjonowanie 121 losowo wybranych szpitali na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych oraz 12 szpitali, które zostały poddane bezpośredniej kontroli inspektorów. Z raportu wynika, że zaledwie 12 % ocenianych wówczas szpitali stosowało system tacowy dystrybucji posiłków [8].

W pełni wdrożony system HACCP deklarowała połowa (50 %) uczestniczących w badaniu placówek zapewniających żywienie pacjentom szpitali województwa śląskiego. W pozostałych placówkach system nadal jest na etapie wdrażania (26 %) lub w ogóle nie jest wdrożony (24 %) (rys. 2).

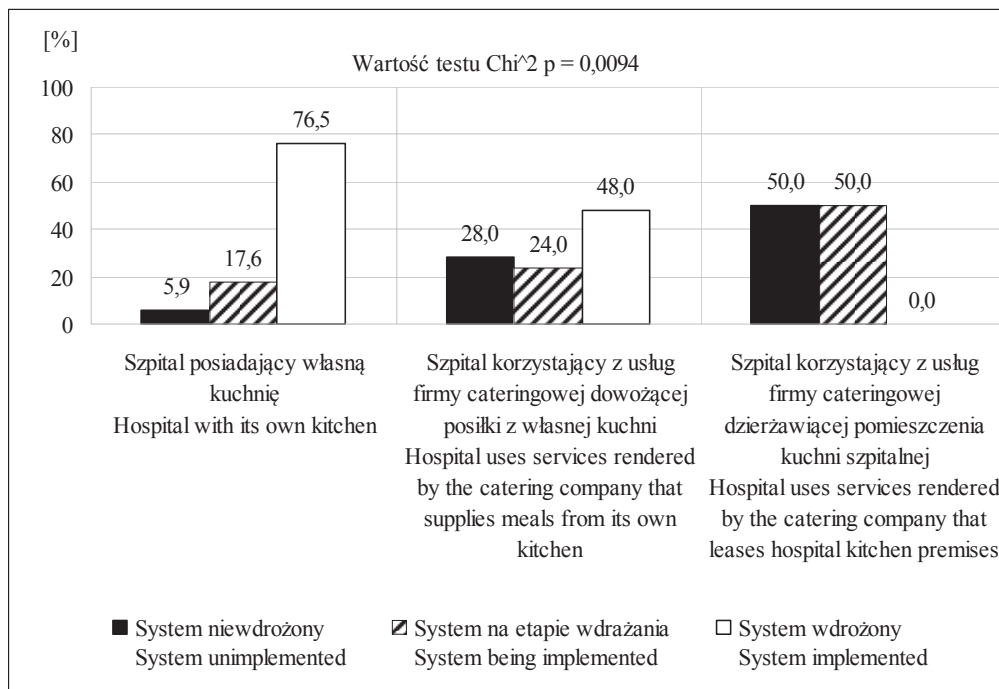


Rys. 2. Stopień wdrożenia systemu HACCP w badanych szpitalach województwa śląskiego; n = 50
 Fig. 2. Progress degree of implementation of HACCP system in surveyed hospitals in Silesian Province; n = 50

Stwierdzono, że stan wdrożenia systemu HACCP zależy od formy organizacji żywienia pacjentów (rys. 3). W przypadku szpitali posiadających własną kuchnię 76,5 % placówek miało wdrożony system, w trakcie wdrażania było 17,6 %, a tylko w jednej kuchni działającej w strukturze szpitalnej nie przestrzegano zasad HACCP. W szpitalach, które korzystały z usług firm cateringowych dostarczających posiłki z własnej kuchni blisko połowa (48 %) miała wdrożony system HACCP, w 28 % przypadków system był niewdrożony, natomiast w 24 % placówek był on jeszcze na etapie wdrażania. Żadna z firm cateringowych, które dzierżawiły pomieszczenia kuchni od szpitala nie miała w pełni wdrożonego systemu, a połowa tego typu placówek była w trakcie wdrażania systemu HACCP.

Według danych cytowanego raportu NIK [8], system HACCP wdrożyło 67,14 % szpitali przygotowujących posiłki we własnych kuchniach oraz 42 % szpitali zlecających usługę żywienia firmie cateringowej. W grupie 12 szpitali bezpośrednio skontrolowanych przez inspektorów nieprawidłowości w funkcjonowaniu systemu HACCP ujawniono w 6 szpitalach, w tym w 5 posiadających własną kuchnię oraz w jednym zlecającym usługę żywienia pacjentów firmie zewnętrznej.

W badaniach własnych zaobserwowano, że postępowanie zgodne z wytycznymi systemu HACCP przez szpitale województwa śląskiego prowadzące własną kuchnię może wynikać z większej świadomości pracowników tych szpitali w zakresie bezpieczeństwa dostarczanych pacjentowi posiłków oraz częstszych i bardziej szczegółowych kontroli ze strony Państwowej Inspekcji Sanitarnej.



Rys. 3. Wpływ formy organizacji żywienia pacjentów na stopień wdrożenia systemu HACCP w badanych szpitalach województwa śląskiego

Fig 3. Effect of form of organizing the feeding of patients on progress degree of implementation of HACCP system in surveyed hospitals in Silesian Province

Z badań ankietowych przeprowadzonych wśród dyrektorów oraz pracowników działu żywienia szpitali w Kalabrii (Włochy) – których wyniki opublikowano w 2001 roku – dotyczących oceny przestrzegania procedur HACCP wynika, że tylko 54 % z 27 szpitali wdrożyło system HACCP. Prawidłowe zachowania dotyczące zapewnienia bezpieczeństwa żywności były deklarowane częściej przez osoby pracujące w działach żywienia szpitali, w których system został wprowadzony. Autorzy pracy zwracali uwagę na potrzebę pełnego wdrożenia systemu HACCP oraz kształtowania polityki kontroli zakażeń w działach żywienia w szpitalach [1].

W badaniach własnych kuchnie pozostawione we własnej strukturze organizacyjnej prowadziło 17 badanych placówek leczniczych województwa śląskiego (34 %), w tym: 9 szpitali wojewódzkich, 4 powiatowe oraz 4 kliniczne. Z analizy odpowiedzi respondentów wynika także, że było to 6 szpitali z bazą do 250 łóżek oraz 11 szpitali z liczbą łóżek powyżej 250. Sprawdzone, że nie występuje statystycznie istotna zależność między rodzajem szpitala a formą organizacji żywienia pacjentów ($p = 0,3398$). Nie wykazano też statystycznej istotnej różnicy pomiędzy stopniem wdrożenia syste-

mu a formą prawną szpitala ($p = 0,2874$). Zarówno połowa szpitali prowadzonych w formie SP ZOZ, jak i połowa szpitali prowadzonych w formie spółki prawa handlowego miała wdrożony system HACCP.

Kadra zarządzająca szpitali bez wdrożonego systemu HACCP i opracowanej dokumentacji, a zlecająca usługę żywienia firmom cateringowym prawdopodobnie błędnie zinterpretowała przepisy prawne i uznała, że system HACCP nie dotyczy ich placówek. W konsekwencji dopuszczono do powstania zagrożenia zdrowotnego w ostatnim i bardzo ważnym etapie łańcucha żywnościowego, jakim jest serwowanie posiłków pacjentom. Wszak odbywało się ono nie w firmie cateringowej, a w szpitalu. Zgodnie z ustawą o bezpieczeństwie żywności i żywienia to szpital jest zakładem wprowadzającym do obrotu żywność, którą na podstawie zawartej umowy z firmą cateringową zakupił. Powinien więc opracować i stosować procedury systemu HACCP na etapie dystrybucji potraw [14].

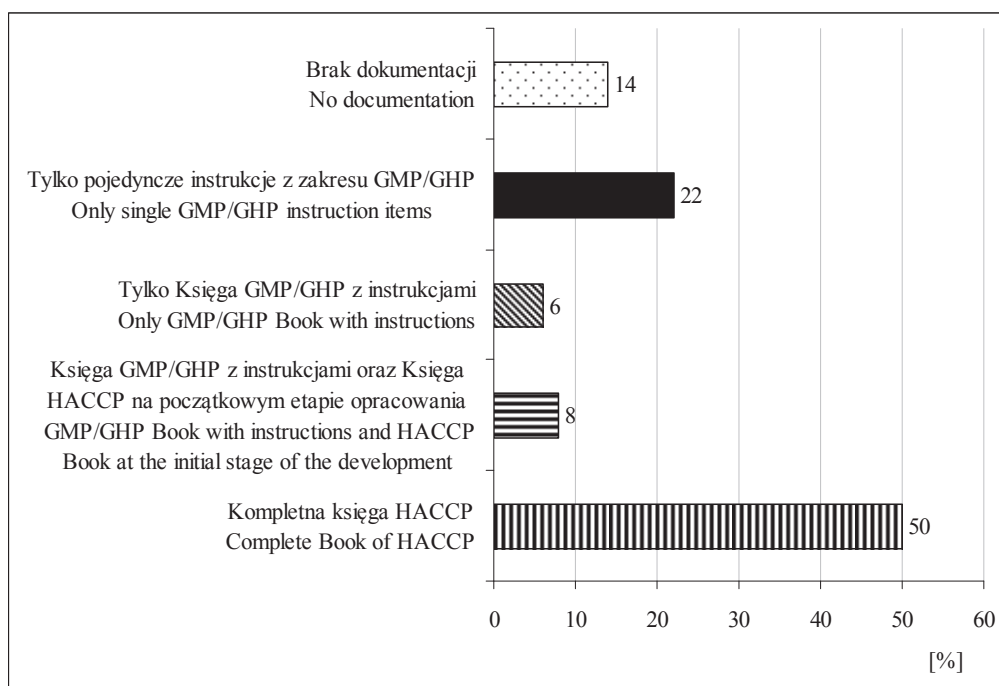
W raporcie NIK z 2015 roku [9] dotyczącym korzystania z usług zewnętrznych przez szpitale publiczne wynika, że najczęstszą przyczyną przekazania w outsourcing usług żywienia były zgłaszane przez dyrektorów braki środków finansowych na wyposażenie lub zmodernizowanie pomieszczeń i urządzeń kuchni, które umożliwiłyby przystosowanie działów żywienia do obowiązujących wymogów sanitarnych. Koszty związane z zakupem usług niemedyceńskich (tj. prania, sprzątnięcia, żywienia i transportu pacjentów) stanowiły zaledwie $0,3 \div 5,1$ % (średnio 2,2 %) ogółu kosztów ponoszonych przez 11 skontrolowanych przez NIK szpitali.

Foltys i Szafranowicz [5] dokonali analizy procesu reorganizacji szpitali miejskich z wykorzystaniem outsourcingu na przykładzie miasta Chorzowa. Decyzja o przekazaniu firmie zewnętrznej usług żywienia w zespole Szpitali Miejskich zapadła już w 2006 r. Podkreślono, że istotnym argumentem za przekazaniem usług żywienia pacjentów firmie cateringowej były wysokie koszty remontu zabytkowych budynków. Autorzy artykułu uważają, że decyzja ta była słuszna, a z perspektywy lat okazała się opłacalna.

W badaniach własnych zapytano osoby odpowiedzialne za organizację żywienia o dokumentację z zakresu funkcjonowania systemu HACCP, której opracowanie zadeklarowało 86,0 % ogółu badanych. Z analizy odpowiedzi wynika jednak, że tylko placówki, które zadeklarowały pełne wdrożenie systemu HACCP miały kompletną Księgę HACCP (50 %), natomiast pozostałe (36 %) posługiwały się jedynie instrukcjami lub procedurami odnoszącymi się do programów wstępnych z zakresu GMP/GHP. W zależności od zadeklarowanego stopnia wdrożenia systemu opracowana dokumentacja obejmowała różne dokumenty (rys. 4).

Stwierdzono, że przygotowanie dokumentacji GMP/GHP oraz HACCP zależało od formy organizacji żywienia pacjentów (rys. 5). Opracowaną dokumentację miały wszystkie szpitale, w których żywiono pacjentów na bazie własnej kuchni oraz 84 %

szpitali, które usługę żywienia pacjentów powierzyły firmie cateringowej dostarczającej posiłki z własnej kuchni, a tylko 62,5 % szpitali, które dzierżawiły pomieszczenia kuchni firmie cateringowej.

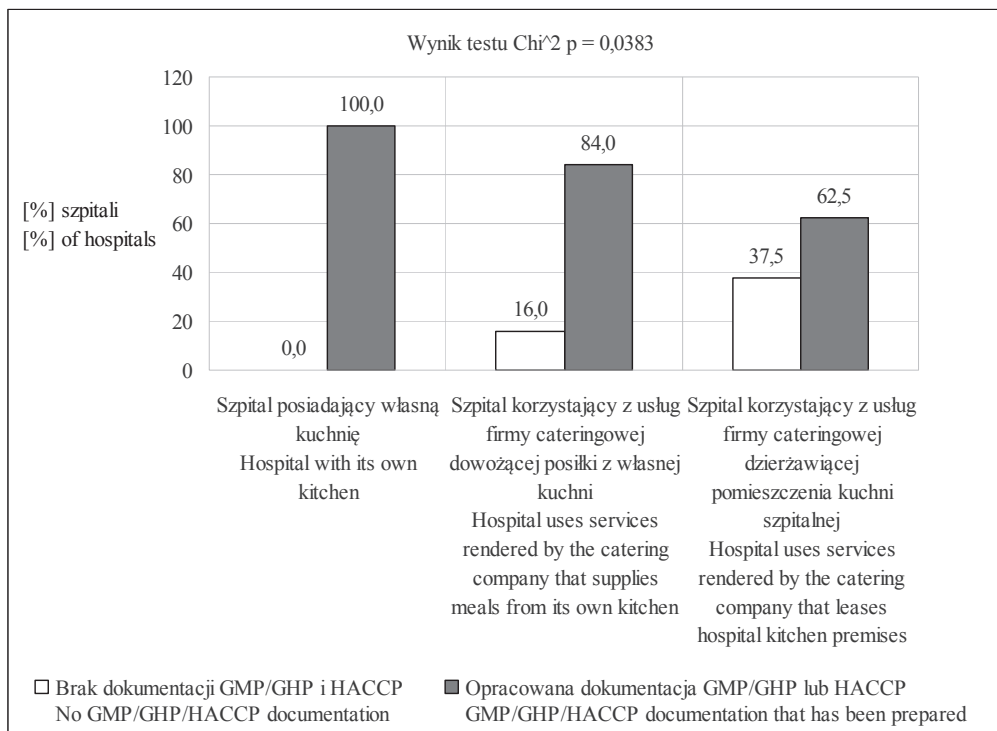


Rys. 4. Dokumentacja z zakresu GMP/GHP oraz HACCP w badanych szpitalach województwa śląskiego; n = 50

Fig. 4. Documentation of GMP/GHP and HACCP in surveyed hospitals in Silesian Province; n = 50

Osoby odpowiedzialne za funkcjonowanie systemu HACCP w badanych szpitalach województwa śląskiego poproszono o udzielenie odpowiedzi, czy wyznaczono w ich placówkach krytyczne punkty kontroli (CCP), a jeśli tak, to ile ich było. Spośród 29 placówek, w których opracowano kompletną Księgę HACCP albo Księgę GMP/GHP z Księgą HACCP w początkowym etapie opracowania, w 86,2 % wyznaczono CCP. W pozostałych (4), pomimo że dokumentacja obejmowała analizę zagrożeń, nie wyznaczono na jej podstawie żadnego CCP. W szpitalach, w których zadeklarowano pełne wdrożenie systemu HACCP (25), najwięcej placówek (56 %) wyznaczyło 1 ÷ 2 krytyczne punkty kontroli, w 40 % placówkach wyznaczono 3 ÷ 5 CCP, natomiast w jednym szpitalu (4 %) wyznaczono powyżej 5 CCP. Na podstawie analizy uzyskanych odpowiedzi stwierdzono, że w jednej placówce żywienia zbiorowego pomimo wyznaczenia CCP nie ustalono działań naprawczych, czyli nie została

spełniona jedna z zasad HACCP. Może to wskazywać na brak wiedzy osób wdrażających system na temat konieczności podjęcia działań w przypadku przekroczenia dozwolonego limitu ustalonych parametrów. Mimo deklaracji placówki tej nie można więc uznać za szpital z w pełni wdrożonymi procedurami zasad HACCP.



Rys. 5. Wpływ formy organizacji żywienia pacjentów na opracowanie dokumentacji GMP/GHP/HACCP w badanych szpitalach województwa śląskiego

Fig. 5. Effect of form of organizing the feeding of patients on preparation of GMP/GHP/HACCP documentation in surveyed hospitals in Silesian Province

Wśród przyczyn braku wdrożenia systemu HACCP w raporcie NIK z 2009 roku [8], dotyczącym funkcjonowania żywienia w szpitalach, wymienia się m.in. brak zaangażowania kierownictwa szpitali w proces wdrażania systemu oraz powierzenie odpowiedzialności za jego wdrożenie jednej osobie, najczęściej kierownikowi działu żywienia. Według wyników raportu w ocenianych szpitalach, które usługę żywienia pacjentów zleciły w formie outsourcingu, nie identyfikuje się wszystkich krytycznych punktów kontroli, a obowiązek opracowania i wdrożenia systemu HACCP cedowany był najczęściej na zewnętrzną firmę cateringową. Brak dogłębnej analizy procesu żywienia w zakresie rozdzielności organizacyjnej pomiędzy szpitalem a firmą cateringową

wą w jednym skontrolowanym szpitalu doprowadził do nieprawidłowego funkcjonowania systemu HACCP.

Jedną z podstawowych zasad systemu HACCP jest jego weryfikacja, która ma zapewnić nadzór nad skutecznością jego funkcjonowania. Szpitale, które zadeklarowały opracowanie kompletnej Księgi HACCP ($n = 25$) zostały poproszone o podanie harmonogramu audytów wewnętrznych systemu. W 7 placówkach (28 %) nie przeprowadzono audytów wewnętrznych. Na pozostałych 18 szpitali (72 %) w dziesięciu był on przeprowadzany raz w roku (55,6 %). Raz na pół roku ocena wewnętrzna przeprowadzana była w 4 szpitalach (22,2 %). W dwóch szpitalach audyt planowany był raz na kwartał (11,1 %), a w pozostałych 2 placówkach – raz w miesiącu (11,1 %).

W raporcie za 2015 rok opublikowanym przez Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną w Katowicach [17] wykazano, że szpitale w województwie śląskim nadal mają problem z prawidłowym wdrożeniem systemu HACCP. Najczęściej występującym uchybieniem jest brak przeprowadzania weryfikacji procedur systemu.

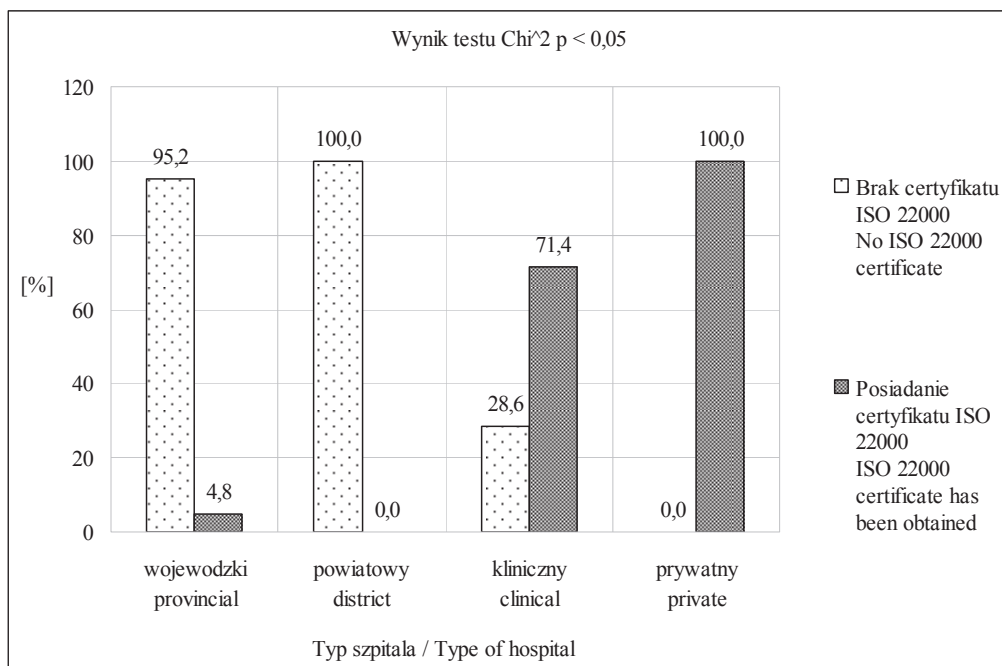
Organizacje należące do łańcucha żywnościowego mogą uzyskać certyfikat zarządzania bezpieczeństwem żywności na zgodność z normą ISO 22000, w której zwrócono uwagę na kompleksowe i spójne dostosowanie systemu do wymagań prawnych. Łączy ona w sobie elementy wstępnych programów operacyjnych odnoszących się do dobrych praktyk GMP/GHP, zasad systemu HACCP zdefiniowanych przez kodeks żywnościowy, systemu zarządzania jakością oraz komunikacji pomiędzy poszczególnymi ogniwami łańcucha [4].

W badanych szpitalach województwa śląskiego wykazano statystycznie istotną różnicę między rodzajem szpitala a posiadaniem certyfikatu zarządzania bezpieczeństwem żywności na zgodność z ISO 22000. Certyfikowany system miały 2 szpitale prywatne, 2/3 uczestniczących w badaniu ($n = 5$) szpitali klinicznych (71,4 %) oraz jeden szpital wojewódzki (rys. 6).

W przedsiębiorstwach sektora żywnościowego dobrowolne certyfikowanie systemu zarządzania bezpieczeństwem żywności zgodnym z normą ISO 22 000 przekłada się na wzrost zadowolenia klientów, jak również redukcję kosztów związanych z wyprodukowaniem produktu wadliwego. Oceniono, że w 54 przedsiębiorstwach branży spożywczej wdrożony system zarządzania bezpieczeństwem żywności funkcjonuje prawidłowo i pozwala na wyeliminowanie zagrożeń wpływających na obniżenie jakości produktu [3].

Brak zapewnienia odpowiedniego systemu szkoleń dla pracowników łańcucha żywnościowego wymienia się jako jedną z głównych barier na etapie wdrażania systemu HACCP [6]. W badaniach własnych wykazano różnicę statystycznie istotną ($p < 0,0001$) pomiędzy stopniem wdrożenia systemu HACCP a uczestnictwem pracowników odpowiedzialnych za jego wdrożenie w szkoleniach zewnętrznych (rys. 7). Spośród szpitali, które nie delegowały swoich przedstawicieli na szkolenia zewnętrzne,

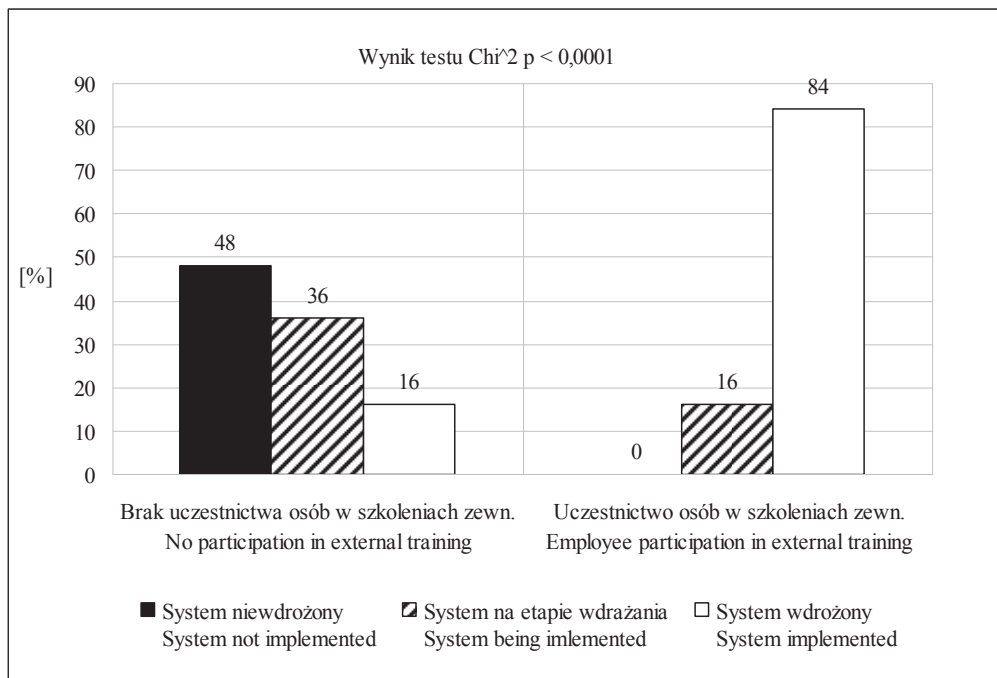
odsetek placówek z niewdrożonym systemem HACCP wynosił 48 %, w trakcie jego wdrażania było 36 % placówek, a z wdrożonym systemem tylko 16 %. Inaczej sytuacja przedstawiała się w grupie szpitali, których przedstawiciele uczestniczyli w szkoleniach. Wśród nich 84 % reprezentowało szpitale z wdrożonym systemem HACCP, a 16 % – placówki, które były na etapie jego wdrażania.



Rys. 6. Posiadanie certyfikatu ISO 22000 z uwzględnieniem rodzaju szpitala

Fig. 6. ISO 22000 Certificate has been obtained and based on the type of hospital

Warunkiem prawidłowego funkcjonowania systemu HACCP jest zaangażowanie całego personelu, w tym szczególnie regularne prowadzenie szkoleń i nadzór kadry kierowniczej nad faktycznym jego funkcjonowaniem w zakładzie, co potwierdzono w studium przypadku na przykładzie dwu restauracji. Do istotnych zalet działającego systemu bezpieczeństwa żywności należy podniesienie świadomości i wiedzy wszystkich pracowników oraz osób odpowiedzialnych za prowadzenie żywienia zbiorowego [16].



Rys. 7. Wpływ uczestnictwa osób odpowiedzialnych za wdrożenie systemu HACCP w szkoleniach zewnętrznych na stopień wdrożenia tego systemu

Fig. 7. Effect of participation of employees in external trainings who are charged with implementation of HACCP system on progress degree of implementation thereof

Wnioski

1. Połowa przedstawicieli działów żywienia szpitali w województwie śląskim, uczestniczących w badaniach ankietowych, deklarowała w pełni wdrożony system HACCP w ich placówkach, które w zdecydowanej większości miały własną kuchnię.
2. W części placówek szpitalnych deklarujących pełne wdrożenie systemu HACCP nie realizowano niektórych jego zasad, m.in. nie identyfikowano wszystkich krytycznych punktów kontroli czy też nie przeprowadzano audytów wewnętrznych systemu.
3. Nadal obserwuje się brak egzekwowania wdrożenia zasad systemu HACCP w łańcuchu żywienia szpitalnego województwa śląskiego, zwłaszcza w firmach cateringowych dzierżawiących pomieszczenia kuchni szpitalnych, a wykonujących usługi serwowania posiłków pacjentom.

Literatura

- [1] Angelillo I.F., Viggiani N.M., Greco R.M., Rito D.: HACCP and food hygiene in hospitals: Knowledge, attitudes and practices of food-services staff in Calabria, Italy. Collaborative Group. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, 2001, **22** (6), 363-369.
- [2] Baumann-Popczyk A., Sadkowska-Todys M.: Zatrucia i zakażenia pokarmowe w Polsce w 2010 roku. *Przeegl. Epidemiol.*, 2012, **68** (2), 241-248.
- [3] Brodnicka E., Szpakowska M.: Analiza sprostżeń podczas audytów w przedsiębiorstwach z branży spożywczej. *Zesz. Nauk. Akademii Morskiej w Gdyni*, 2015, **88**, 106-111.
- [4] Czerw A., Religioni U.: Systemy oceny jakości w ochronie zdrowia. *Problemy Zarządzania*, 2015, **2** (37), 195-210.
- [5] Foltys J., Szafranowicz J.: Analiza procesu reorganizacji szpitali miejskich z wykorzystaniem outsourcingu na przykładzie miasta Chorzowa. *J. Ecol. Health*, 2013, **17** (3), 129-141.
- [6] Gajda R., Jeżewska-Zychowicz M.: System HACCP w gastronomii – Wiedza pracowników o implementacji jego zasad na przykładzie regionu świętokrzyskiego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, **1** (80), 206-217.
- [7] Grześnińska W., Tomaszewska M., Bilka B., Trafiałek J.: Optymalizacja uwarunkowań wyboru systemu dystrybucji posiłków w żywieniu szpitalnym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, **4** (95), 188-200.
- [8] Informacja o wynikach kontroli żywienia i utrzymania czystości w szpitalach publicznych. Najwyższa Izba Kontroli Delegatura w Krakowie. Raport nr 9/2009/P08141/LKR.
- [9] Informacja o wynikach kontroli. Korzystanie z usług zewnętrznych przez szpitale publiczne. Najwyższa Izba Kontroli Delegatura w Bydgoszczy. Raport nr 206/2015/P/15/068/LBY.
- [10] Maćkiw E.: Zagrożenia mikrobiologiczne w przygotowaniu posiłków szpitalnych. W: *Zasady prawidłowego żywienia chorych w szpitalach*. Red. M. Jarosz. Wyd. IŻŻ, Warszawa 2011, ss. 264-267.
- [11] Szpitale Kliniczne SUM. [on-line] Dostęp w Internecie [10.10.2016]: <http://www.sum.edu.pl/uczelnia/szpitalne-kliniczne>
- [12] Sytuacja finansowa szpitali w Polsce. Raport: Edycja 2014. Wyd. Magellan S.A., Łódź 2014.
- [13] Turlejska H.: Systemowe podejście do zarządzania bezpieczeństwem zdrowotnym posiłków w szpitalach. W: *Zasady prawidłowego żywienia chorych w szpitalach*. Red. M. Jarosz. Wyd. IŻŻ, Warszawa 2011, ss. 253-258.
- [14] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. Dz. U. 2006 r. Nr 171, poz. 1225. Tekst jednolity z dnia 30 kwietnia 2015 r. Dz. U. 2015 r. Nr 0, poz. 594.
- [15] Wierzejska R.: Bezpieczeństwo żywności w Polsce w okresie członkostwa w Unii Europejskiej. *Przem. Spoż.*, 2015, **2** (69), 2-5.
- [16] Wierzowiecka J., Skukowska P.: Ocena funkcjonowania systemu HACCP według opinii pracowników restauracji – studium przypadku. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2016, **3** (49), 670-675.
- [17] Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Katowicach: Ocena stanu sanitarno-epidemiologicznego województwa śląskiego za rok 2015. [on line]. Dostęp w Internecie [10.10.2016]: <http://www.wsse.katowice.pl/download/Ocena-stanu-2015%20-wojewodztwo-slaskie.pdf>
- [18] Kleszczewski M.: Działalność o kondycja podmiotów leczniczych nadzorowanych przez Samorząd Województwa Śląskiego, XXXVI Sesja Sejmiku Województwa Śląskiego, Katowice, 20.05.2013. [on-line] Dostęp w Internecie [10.10.2016]: <http://www.slaskie.pl/zdjecia/2013/05/20/1369064916.pdf>
- [19] PN-EN ISO 22000:2006. Systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności.

STATUS OF HACCP SYSTEM IMPLEMENTATION IN HOSPITALS IN SILESIA PROVINCE**S u m m a r y**

The obligation to implement the HACCP system to ensure health safety of food applies to all institutions dealing with communal feeding, including hospital kitchens and catering companies. Provided this system runs effectively, then, it makes it possible to reduce treatment costs associated with the probable occurrence of food poisonings and/or infections, which, in the case of the sick, can be a serious threat to their health and life.

The objective of the research study was to assess the progress degree in implementing the HACCP system in food service facilities that supply meals to the hospitals in the Silesia Province and to present its functioning therein. In 2016, a questionnaire survey was conducted among the employees responsible for the organization of feeding. The questionnaire was sent to 69 selected hospitals, out of which 50 replied, including: 21 district, 20 local, 7 clinical, and 2 private hospitals.

Only 34 % of all the surveyed institutions had a kitchen in their own organizational structure; in the remaining 66 % of the hospitals polled, catering companies performed the service of feeding patients, and 16 % of those hospital leased their kitchen space to the catering companies. According to the declarations of the respondents who organized the feeding of the patients, the HACCP system was fully implemented in 50 % of the hospitals, 26 % hospital were still in the process of implementation, and 24 % of the hospitals did not start the implementation. The implementation of the HACCP system in hospitals depended on the adopted organizational form of the feeding of patients. Of all the hospitals served by a catering company, only 48 % implemented the HACCP system, while the two thirds of the hospitals with their own kitchen declared to have fully implemented the HACCP system. Of the respondents responsible for the organization of feeding in the hospitals, which leased their own kitchen premises to a catering company, no one declared their hospital had fully implemented the HACCP system. The survey confirmed that the knowledge and competence of those responsible for the organization of the feeding of patients in the hospitals impacted the progress degree of implementation of the HACCP system.

Consequently, the managements of the hospitals should ensure an effective system of training to those responsible for the implementation and operation of the HACCP system.

Key words: HACCP system, food safety, communal feeding, hospitals, assessment of the implementation of HACCP system ☒

EWA CZARNIECKA-SKUBINA, JOANNA TRAFIAŁEK, DOROTA KOCON,
MARLENA PIELAK

WYKORZYSTANIE KUCHENEK MIKROFALOWYCH DO PRZYGOTOWANIA POTRAW W POLSKICH GOSPODARSTWACH DOMOWYCH

Streszczenie

Celem pracy była ocena wykorzystania kuchenek mikrofalowych przez polskich konsumentów na podstawie badań własnych i danych GUS. Badania ankietowe przeprowadzono w grupie 250 przypadkowych osób. W pracy zastosowano kilka metod obróbki statystycznej wyników, w tym analizę skupień, co umożliwiło wnikliwą ocenę otrzymanych wyników. Stwierdzono, że w Polsce znacznie wzrosła liczba gospodarstw domowych wyposażonych w kuchenki mikrofalowe. Badani posiadali kuchenki mikrofalowe od 4 lat (mediana). Przyczyniły się do tego znaczne obniżenie cen kuchenek mikrofalowych oraz zmiany społeczno-ekonomiczne w Polsce. Większość badanych (ok. 80 %) korzystała z posiadanych przez siebie kuchenek mikrofalowych. Znaczny odsetek (46 %) używał ich codziennie lub kilka razy w tygodniu, głównie do podgrzewania żywności (73,2 %), rzadziej do rozmrażania i gotowania. Przygotowywano w nich przede wszystkim dania główne i przekąski, natomiast zupy i desery istotnie rzadziej. Rodzaj przygotowywanych potraw istotnie zależał od wieku i wykształcenia respondentów, natomiast miejsce zamieszkania ankietowanych nie miało na to wpływu. Konsumenty cenili kuchenki mikrofalowe za usprawnienie pracy w kuchni, wygodę i szybkość przygotowania żywności oraz łatwość obsługi. Największa grupa respondentów oceniła jakość tak przygotowanej żywności jako dobrą lub przeciętną, a smak jako raczej gorszy niż potraw przyrządzanych tradycyjnie. Zdecydowana większość badanych (73,6 %) uważała kuchenkę mikrofalową za bezpieczną dla zdrowia. Niewielki odsetek ankietowanych obawiał się promieniowania i możliwości zachorowania na nowotwory.

Słowa kluczowe: kuchnie mikrofalowe, przygotowanie potraw, konsument, gospodarstwo domowe

Dr hab. E. Czarniecka-Skubina, dr inż. J. Trafiałek, mgr inż. D. Kocon, mgr inż. M. Pielak, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa. Kontakt: ewa_czarniecka_skubina@sggw.pl

Wprowadzenie

Promieniowanie mikrofalowe zyskuje coraz większe zastosowanie w procesach przygotowywania żywności, wpływając korzystnie na wiele właściwości produktów [10, 20, 23, 25]. Wykorzystuje się je zarówno w przemyśle spożywczym, jak i w gastronomii oraz w warunkach domowych do takich operacji jednostkowych, jak: gotowanie, rozmrażanie, suszenie czy pasteryzacja [3].

Zmiana stylu życia konsumentów i ograniczenie czasu na przygotowywanie posiłków przyczyniają się do upowszechnienia stosowania kuchenek mikrofalowych w gospodarstwach domowych, nawet mimo obaw niektórych konsumentów co do bezpieczeństwa zdrowotnego mikrofal [22].

Celem pracy była ocena wykorzystania kuchenek mikrofalowych w polskich gospodarstwach domowych na podstawie własnych badań ankietowych i danych GUS.

Material i metody badań

Do analizy wykorzystano dane wtórne z roczników statystycznych GUS z lat 1994 - 2016 [15, 19] dotyczące liczby kuchenek mikrofalowych w gospodarstwach domowych. Dane te dotyczyły ogólnego wyposażenia gospodarstw domowych w kuchenki mikrofalowe oraz podziału gospodarstw ze względu na grupy społeczno-ekonomiczne. Przeanalizowano również zmiany cen kuchenek mikrofalowych.

Badania ankietowe przeprowadzono w latach 2015 - 2016 w grupie 250 przypadkowych respondentów zamieszkałych w województwie mazowieckim, wykorzystujących kuchenki mikrofalowe do przygotowania potraw. Wzięły w nich udział głównie kobiety – 73,6 %. Były to osoby w wieku 20 ÷ 25 lat (58,8 %), 26 ÷ 40 lat (19,6 %) oraz 41 ÷ 65 lat (21,6 %). Respondenci zamieszkiwali tereny wiejskie (70 %), miasta do 100 tys. mieszkańców (17,6 %) i miasta powyżej 100 tys. mieszkańców (2,4 %). Najwięcej osób miało wykształcenie średnie (66,8 %). Osoby z wyższym i z zawodowym wykształceniem były reprezentowane mniej licznie odpowiednio: 20,8 i 12,4 %. Respondenci ocenili swoją sytuację materialną jako dobrą (59,6 %), średnią (25,2 %) i bardzo dobrą (11,6 %). Tylko 2,8 % deklarowało złą sytuację materialną, dwie osoby nie udzieliły odpowiedzi w tej kwestii.

W badaniach zastosowano autorski kwestionariusz złożony z dwóch części. Pierwsza część (11 pytań) dotyczyła wykorzystywania i posiadania kuchenki mikrofalowej przez respondentów, częstości jej używania, rodzaju stosowanych procesów technologicznych oraz przygotowywanych potraw, a także oceny jakości dań sporządzanych w kuchenkach mikrofalowych i obaw związanych z użytkowaniem kuchenek. Druga część ankiety (5 pytań) dotyczyła charakterystyki respondentów.

Analizę statystyczną wyników uzyskanych metodą ankietową wykonano z użyciem programu statystycznego Statistica v.12. Zmienne ilościowe przedstawiono jako wartości średnie i odchylenia standardowe. Przeprowadzono również jednoczynnikową analizę wariancji. Do zbadania zależności pomiędzy rodzajem przygotowywanych potraw a wiekiem, wykształceniem i miejscem zamieszkania użyto korelacji Spearmana. Do pogrupowania respondentów zależnie od częstotliwości wskazań rodzaju przygotowywanych potraw w kuchenkach oraz oceny jakości dań sporządzanych w kuchenkach zastosowano analizę skupień. Występowanie różnic statystycznie istotnych weryfikowano przy $p \leq 0,05$.

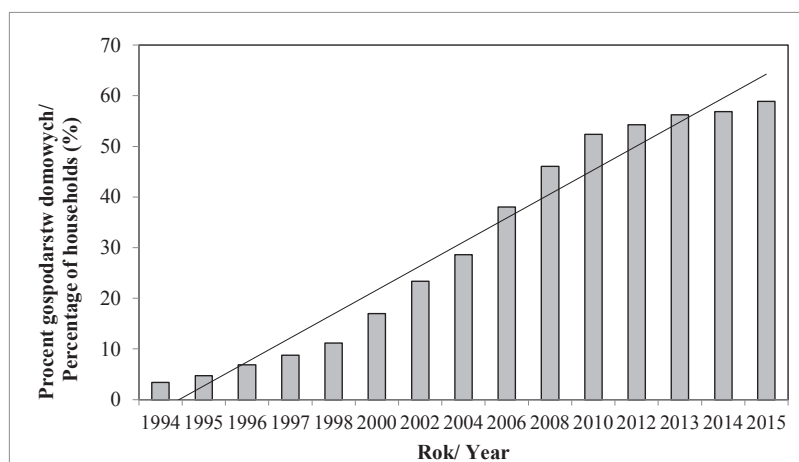
Wyniki i dyskusja

Wyposażenie polskich gospodarstw domowych w kuchenki mikrofalowe

Wśród nowych dóbr, poza standardowymi, takimi jak: telewizor, pralka, chłodziarka i odkurzacz, pod koniec XX wieku w polskich gospodarstwach domowych zaczęły się pojawiać kuchenki mikrofalowe. Posiadanie tego urządzenia zależało od poziomu uzyskiwanych dochodów [14, 17]. Od 2000 roku obserwowany jest powolny wzrost liczby posiadanych kuchenek mikrofalowych (rys. 1), a w latach 2000 - 2006 wzrosła liczba gospodarstw domowych wyposażonych w te urządzenia, co prawdopodobnie było związane z obniżeniem ich cen [22].

Wyposażenie gospodarstw domowych w kuchenki mikrofalowe w zależności od poziomu dochodów zmieniało się na przestrzeni lat 1997 - 2015 [15, 19]. W analizowanym okresie grupą o najniższym odsetku posiadanych kuchenek mikrofalowych byli emeryci i renciści (od 3,7 % w 1997 r. do 44,1 % w 2015 r.) [15, 19]. Może to wynikać z niskich dochodów tej grupy w stosunku do innych grup społeczno-ekonomicznych oraz preferowaniem tradycyjnego sposobu przygotowania potraw. Starsze osoby niechętnie stosują też nowinki techniczne. Najwięcej kuchenek na wyposażeniu gospodarstw domowych mieli pracujący na własny rachunek (od 26,6 % w 1997 r. do 72,6 % w 2015 r.), mniej – grupy pracowników (od 11,5 % w 1997 do 67,7 % w 2015 r.) oraz rolników (od 5,3 % w 1997 r. do 65,1 % w 2015 r.) [15, 19]. Największą dynamikę zmian zakupu sprzętu AGD zaobserwowano w gospodarstwach domowych na wsi. W roku 2011 najmniejsze plany zakupowe w tym zakresie mieli mieszkańcy miast powyżej 500 tys. mieszkańców [2].

Na wzrost liczby kuchenek mikrofalowych w gospodarstwach domowych niewątpliwie wpłynęła większa dostępność tych urządzeń na rynku i moda na nie. Prawdopodobnie przyczyniły się też do tego zmiany demograficzne, takie jak wzrost liczby jednoosobowych gospodarstw domowych i obniżenie średniej liczby osób w gospodarstwie oraz dłuższy czas pracy, a w związku z tym ograniczenie tradycyjnego sposobu przygotowywania potraw na rzecz dań gotowych do spożycia.



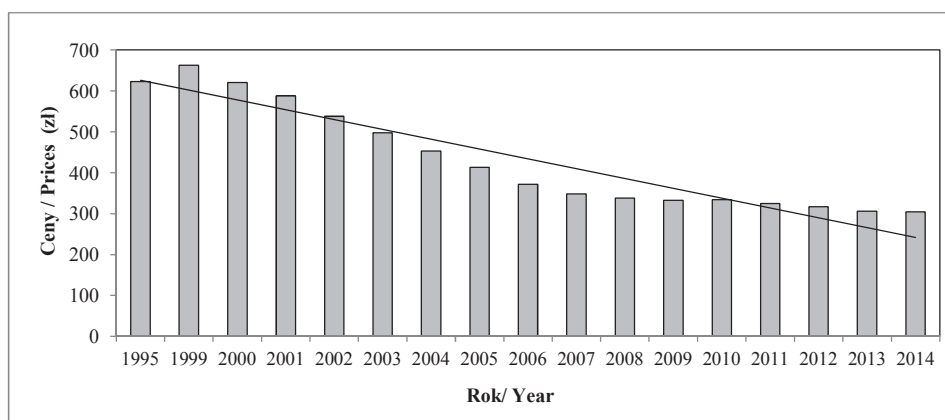
Rys. 1. Zmiany liczby gospodarstw domowych wyposażonych w kuchenki mikrofalowe (1994 - 2015)

Fig. 1. Changes in number of households equipped with microwave ovens (1994 - 2015)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS / Source: the authors' own study based on the GUS data [15, 19]

Posiadanie kuchenek mikrofalowych przez respondentów i korzystanie z nich

Większość respondentów (80,8 %) korzystała z kuchenek mikrofalowych, mniejszy odsetek (76,4 %) posiadał własne urządzenie. Wynika to z faktu, że obecnie wiele osób korzysta z kuchenek mikrofalowych nie tylko w domu, ale też w pracy. Statystycznie istotnie ($p < 0,01$) najczęściej kuchenki mikrofalowe miały oraz z nich korzystały osoby w wieku $26 \div 40$ lat.



Rys. 2. Zmiany cen kuchenek mikrofalowych w latach 1995 - 2014

Fig. 2. Changes in prices of microwave ovens during 1995 - 2014

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS / Source: the authors' own study based on the GUS data [15, 19]

Najwyższe ceny kuchenek mikrofalowych na przestrzeni analizowanego okresu były w roku 1999 i wynosiły ponad 650 zł (rys. 2). W roku 2013 średnia cena kuchenki wynosiła już niewiele ponad 300 zł, co niewątpliwie przyczyniło się do upowszechnienia stosowania i zwiększenia asortymentu na rynku. Mimo niższych cen kuchenki mikrofalowe nadal należą do dóbr luksusowych [6] i dla osób w trudniejszej sytuacji materialnej są niepotrzebnym wydatkiem przekraczającym możliwości finansowe. Dobra trwale mają w gospodarstwach duże znaczenie i oprócz potrzeby posiadania ułatwiają pracę, a tym samym ograniczają czas jej wykonywania i wysiłek energetyczny [7]. Poziom wyposażenia jest wskaźnikiem poziomu zamożności oraz pozycji konsumpcyjnej gospodarstwa domowego [17]. Kuchenki mikrofalowe spełniają te warunki. Krótki czas obróbki ogranicza czas wykonywania prac domowych, co ma szczególne znaczenie dla osób pracujących [12].

Wszystkie te czynniki sprzyjają stałemu wzrostowi odsetka gospodarstw domowych (średnio 58,9 % w 2015 r.) wyposażonych w kuchenki mikrofalowe [15]. Badania nie wskazują, aby w najbliższym czasie miał nastąpić wyraźny wzrost liczby osób posiadających kuchenki mikrofalowe. W 2012 r. [2] 38 % badanych deklaroowało zakup nowego sprzętu AGD, w tym kuchenek mikrofalowych – jedynie 6 %. Należy podkreślić, że większy odsetek ludzi młodych (o ok. 10 %) w stosunku do społeczeństwa ogółem ma tego rodzaju urządzenie [24].

Respondenci deklarowali, że używane przez nich kuchenki mikrofalowe mają od 0 do 15 lat (mediana 4 lata). Średni czas eksploatacji tego rodzaju urządzeń przez elity ekonomiczne w roku 2012 wyniósł 5,7 lat [27].

Wśród powodów, które skłoniły ankietowanych do zakupu kuchenki mikrofalowej wymieniano głównie chęć usprawnienia pracy we własnej kuchni (53,2 % odpowiedzi), rekomendację innych użytkowników (10,8 %), reklamę kuchenek (2,8 %) i inne przyczyny (10,4 %). Pozostałe osoby biorące udział w badaniu nie podały przyczyn zakupu tego urządzenia. Kupno kuchenki mikrofalowej było uzależnione od wieku respondentów. Usprawnienie pracy jako przyczynę nabycia kuchenki istotnie częściej wymieniały osoby w wieku $26 \div 40$ lat ($p = 0,00079$).

Z kuchenek mikrofalowych nie korzystało 19,2 % respondentów (48 osób). Wśród przyczyn wymieniano: złą jakość potraw (12 osób), nieprzydatność urządzenia i zbędny wydatek (po 10 osób), brak bezpieczeństwa dla zdrowia (8 osób), uznanie, że dania tak przygotowane są niezdrowe (4 osoby).

Częstotliwość korzystania z kuchenek mikrofalowych

Respondenci ($n = 202$) zwykle wykorzystywali kuchenkę mikrofalową do przygotowania żywności codziennie (20,8 % ankietowanych) lub kilka razy w tygodniu (25,2 %). Znaczny odsetek badanych (32,8 %) korzystał z niej rzadziej, tj. raz lub dwa

razy w tygodniu (17,6 %), kilka razy w miesiącu (11,6 %) czy rzadziej (3,6 %). Na to pytanie nie udzieliło odpowiedzi ok. 21 % ankietowanych.

Przyczyną małej częstotliwości stosowania tego urządzenia może być przywiązanie polskich konsumentów do tradycyjnego sposobu przyrządzania potraw. Na częstotliwość przygotowania dań w kuchenkach mikrofalowych wpływał wiek respondentów. Codziennie istotnie częściej korzystały z kuchenki mikrofalowej osoby w wieku 26 ÷ 40 lat ($p = 0,00134$).

Powody korzystania z kuchenek mikrofalowych

Wśród cech kuchenek mikrofalowych skłaniających do ich wykorzystywania respondenci wymieniali: łatwość obsługi, wygodę i szybkość przygotowania żywności (ok. 60 % odpowiedzi) oraz niski koszt urządzenia (19,6 %) – tab. 1.

Tabela 1. Cechy kuchenki mikrofalowej i przygotowania w niej żywności według respondentów
Table 1. Features of microwave oven and of preparing food therein according to respondents

Cecha / Feature	Odpowiedzi / Answers	
	liczba / number	[%]
Szybkie przygotowanie żywności / Fast food preparation	166	66,4
Wygodna / Comfort	159	63,6
Łatwa obsługa / Easy to use	157	62,8
Tanie urządzenie / Inexpensive device	49	19,6
Drogie urządzenie i eksploatacja Expensive device and its utilization	10	4,0
Nieprzydatne urządzenie / Useless device	3	1,2
Skomplikowane urządzenie do przygotowanie żywności Intricate appliance for food preparation	1	0,4
Trudna obsługa / Difficult service	0	0

Objaśnienia / Explanatory notes:

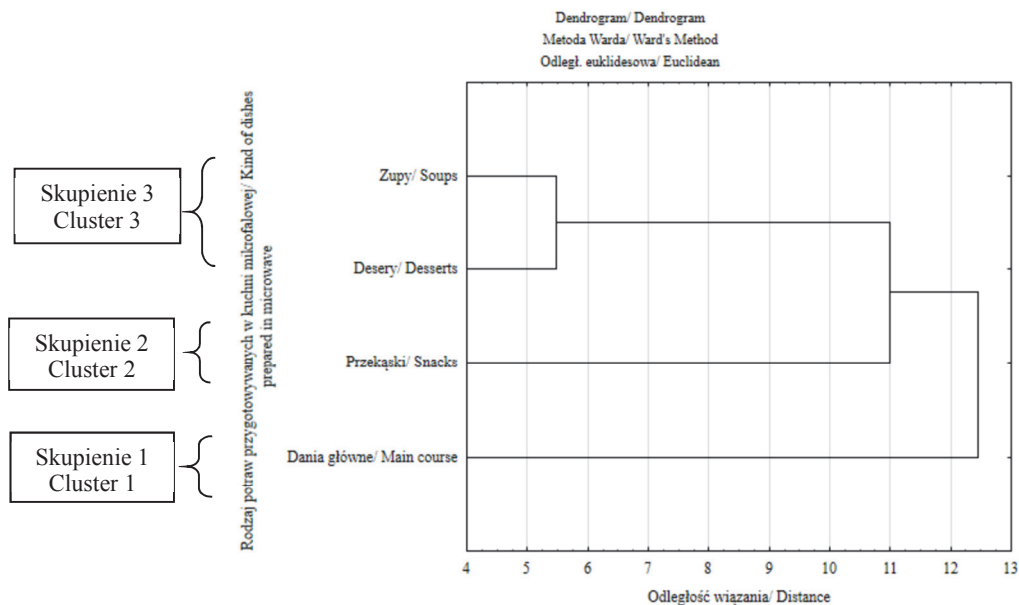
Pytania wielokrotnego wyboru / Questions of multiple choice; $n = 250$.

Na podstawie badań przeprowadzonych w 2012 r. w grupie konsumentów określanych jako elita ekonomiczna wykazano, że kuchenki mikrofalowe całkowicie zaspokajały potrzeby 83,6 % ankietowanych, a u 16,4 % – w średnim stopniu [27].

Operacje technologiczne i potrawy wykonywane w kuchenkach mikrofalowych

Wśród operacji technologicznych stosowanych w kuchenkach mikrofalowych respondenci, którzy korzystają z tego urządzenia ($n = 202$), niezależnie od płci, wieku, wykształcenia, miejsca zamieszkania i sytuacji materialnej ($p > 0,05$), wskazywali najczęściej podgrzewanie potraw (90,6 %). W niewielkim stopniu wykorzystywali je do rozmrażania (4,9 %) i przygotowania nowych potraw (4,5 %). Aktualnie na rynku

jest dużo produktów gotowych do spożycia po krótkim podgrzaniu w kuchence mikrofalowej w opakowaniu lub bez niego. Ten rodzaj żywności wzbudza coraz większe uznanie wśród konsumentów. Wiele osób wykorzystuje kuchenki mikrofalowe do podgrzewania wcześniej przygotowanych przez siebie potraw.



Rys. 3. Dendrogram dotyczący rodzaju potraw przygotowywanych w kuchence mikrofalowej; n = 196

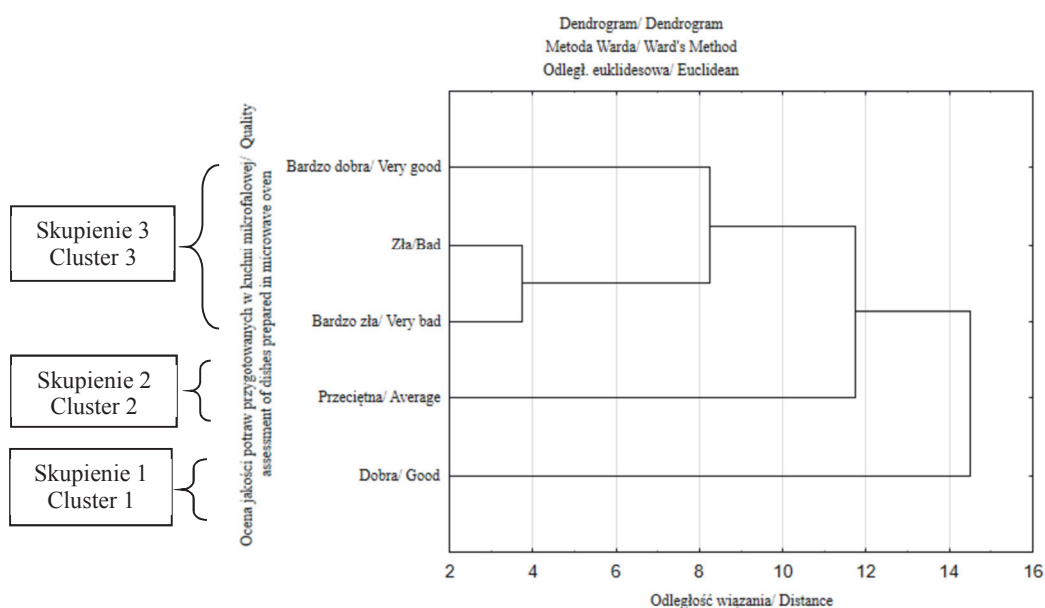
Fig. 3. Dendrogram ref. to type of dishes prepared in microwave oven; n = 196

Wśród dań, które konsumenci mogą przygotować w kuchence mikrofalowej, są dania główne, przekąski, zupy i desery. Rodzaj przygotowywanych potraw zależy statystycznie istotnie od wieku (wsp. Spearmana = -0,206 przy $p < 0,05$) i wykształcenia (wsp. Spearmana = -0,134 przy $p < 0,05$), a nie zależy od miejsca zamieszkania. Na podstawie obliczeń wykonanych za pomocą analizy skupień respondenci, którzy udzielili odpowiedzi na to pytanie, zostali podzieleni na 3 skupienia istotnie różniące się liczbą wskazań dotyczących częstotliwości przygotowywania posiłków (rys. 3). Najliczniejsze skupienie nr 1 to respondenci przygotowujący w kuchenkach dania główne ($n = 88$, tj. 43,5 %), istotnie mniej respondentów przygotowuje w kuchenkach przekąski (skupienie nr 2, $n = 78$, tj. 38,6 %), a najmniejszą grupą respondentów były osoby wykorzystujące kuchenki do przygotowania zup i deserów (skupienie nr 3, $n = 30$, 14,85 %) – rys. 3. Taki rozkład odpowiedzi spowodowany jest największym asortymentem dań gotowych (np. zapiekanki, pizze itp.) i przekąsek (np. popcorn) z przeznaczeniem do przygotowania w kuchence mikrofalowej, dostępnych na rynku. Staty-

stycznie istotnie częściej przekąski w ten sposób przygotowywały osoby w wieku do 25 lat, z wykształceniem zawodowym, zamieszkałe na wsi ($p < 0,05$), a dania główne – osoby w wieku do 25 lat o wykształceniu średnim, zamieszkałe w mieście ($p < 0,05$). Aktualnie na rynku poszerzył się asortyment dostępnych deserów gotowych do spożycia po obróbce w kuchni mikrofalowej, np. ciasta gotowe do pieczenia.

Ocena jakości potraw przygotowywanych w kuchenkach mikrofalowych

Z obliczeń wykonanych metodą analizy skupień (rys. 4) wynika, że największa grupa respondentów oceniała jakość potraw przygotowywanych w kuchence mikrofalowej jako dobrą (112 osób, skupienie nr 1). Istotnie mniejsza grupa ankietowanych określała jakość jako przeciętną (78 osób, skupienie nr 2). Natomiast istotnie najmniejszą grupę stanowili respondenci, według których jakość potraw przygotowywanych w kuchence mikrofalowej była zła, bardzo zła lub bardzo dobra (58 osób, skupienie nr 3).



Rys. 4. Dendrogram dotyczący oceny jakości potraw przygotowanych w kuchence mikrofalowej; $n = 250$

Fig. 4. Dendrogram ref. to quality assessment of dishes prepared in microwave oven; $n = 250$

Respondenci o dobrej i bardzo dobrej sytuacji materialnej statystycznie ($p < 0,01$) częściej niż pozostali dobrze oceniali jakość potraw przygotowywanych w kuchence mikrofalowej. Natomiast osoby średnio sytuowane częściej wskazywały na przeciętną jakość. Przyczyna tej oceny może wynikać z tego, że respondenci o dobrej sytuacji

materialnej wybierali lepsze pod względem jakości produkty niż respondenci o niższych dochodach. Prawdopodobnie osoby lepiej sytuowane miały też kuchenki mikrofalowe wyższej klasy, co może wpływać na jakość potraw.

Oceny jakości dań przygotowywanych w kuchence mikrofalowej zależały też od wieku respondentów. Badani w wieku do 40 lat statystycznie istotnie ($p < 0,01$) częściej deklarowali oceny dobre niż ankietowani w wieku 41 ÷ 65 lat.

Respondenci porównali jakość potraw sporządzanych w kuchenkach mikrofalowych z żywnością przygotowaną w inny sposób. Najwięcej respondentów (54 %) uznało potrawy przygotowane w kuchence mikrofalowej za mniej smaczne. Pozostali ankietowani uznali je za smaczniejsze (5,2 % odpowiedzi) i tak samo smaczne (38,4 %). Kilka osób (6) nie udzieliło odpowiedzi na to pytanie.

Przegląd literatury prowadzi do wniosku, że postrzeganie jakości żywności przygotowanej w kuchence mikrofalowej jest zróżnicowane w porównaniu z ogrzewaniem tradycyjnym. Autorzy wskazują zarówno na najwyższą, jak i przeciętną jakość sensoryczną warzyw przygotowanych w kuchence mikrofalowej, np. brokułów [13], ale na dobre zachowanie składników odżywczych [4, 26]. Z kolei jakość sensoryczną mleka i śmietanki po obróbce mikrofalowej oceniono jako dobrą [18]. Rozmrażanie w kuchence mikrofalowej takich produktów, jak mięso czy ryby sprzyja ograniczeniu wycieku, a tym samym zmniejszeniu strat składników odżywczych i smakowych [11]. W przypadku pieczenia mikrofalowego produkt może charakteryzować się niższą jakością sensoryczną ze względu na zmniejszenie o 50 % produktów reakcji Maillarda. Produkty tych reakcji nadają wypiekowi pożądane cechy sensoryczne, ale równocześnie zanieczyszczają je związkami szkodliwymi dla zdrowia (w tym: furozynami, hydroksymetylofurfuralem i akryloamidem) [3]. Pieczenie mikrofalowe sprzyja poprawie wartości odżywczej potraw także ze względu na zmniejszenie tworzenia się takich związków, jak heterocykliczne aminy aromatyczne (HAA, ang. *heterocyclic aromatic amines*) i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (PAH, ang. *polycyclic aromatic hydrocarbons*) [1].

Opinia respondentów na temat bezpieczeństwa kuchenek mikrofalowych

Większość ankietowanych (73,6 %) uznała, że korzystanie z kuchenek mikrofalowych nie jest szkodliwe dla zdrowia człowieka. Innego zdania było 24,4 % respondentów, którzy obawiali się korzystania z tych urządzeń. Najczęściej deklarowali oni, że obawiają się promieniowania mikrofalowego (24 wskazania) oraz oddziaływania na zdrowie, w tym szkodliwego wpływu na wzrok i zachorowania na nowotwory oraz inne choroby (18 wskazań). Wskazywali również na duże straty składników odżywczych (4 osoby), powstawanie wolnych rodników, szkodliwe „prądy” (po 2 osoby) oraz – po jednej osobie – możliwość poparzenia się, wpływ na rozrusznik serca oraz nieznaną zmianę w żywności. Na obawy respondentów dotyczące szkodliwości przy-

gotowania potraw w kuchence mikrofalowej wpływał ich wiek ($p < 0,01$) i wykształcenie ($p < 0,01$). Istotnie częściej niż pozostali badani obawy te miały osoby w wieku poniżej 25 lat, ze średnim wykształceniem.

Inni autorzy [16, 28] wykazali, że osoby z wyższym wykształceniem mają zwiększone obawy w zakresie czynników mogących wpływać na bezpieczeństwo żywności. Według Eurobarometru Polacy w mniejszym stopniu obawiają się zagrożeń żywności niż konsumenci w 27 krajach UE [5]. Obawy ankietowanych wynikają z wykorzystywania w kuchenkach promieniowania elektromagnetycznego. Lęki respondentów mają źródło zazwyczaj w środkach masowego przekazu, często powielających informacje o niesprawdzonym i nie do końca zbadanym oddziaływaniu mikrofal na organizmy żywe.

Zagadnienia bezpieczeństwa zdrowotnego dań przygotowywanych w kuchenkach mikrofalowych oraz bezpieczeństwa użytkowników tych urządzeń były omawiane w literaturze [1, 9, 21, 25]. Są doniesienia na temat promieniowania mikrofalowego i wywoływania przez nie efektów termicznych, na przykład interakcji z udziałem kwasu dezoksyrybonukleinowego i białek. Powszechnie uważa się, że możliwość zachodzenia reakcji prowadzących do tworzenia związków toksycznych jest mała [22]. Promieniowanie mikrofalowe odznacza się energią niezbędną do zaindukowania niekorzystnych zmian, co wykazano w badaniach na zwierzętach, z drugiej strony jednak z powodzeniem jest stosowane w medycynie [8, 22]. Kuchenki mikrofalowe wyposaża się w detektor wycieku promieniowania, który wyłącza magnetron i chroni użytkowników przed jego negatywnym oddziaływaniem [25].

Wnioski

1. W Polsce znacznie wzrosła liczba gospodarstw domowych wyposażonych w kuchenki mikrofalowe, z 3,4 % ogółu gospodarstw w 1994 roku do 58,9 % w roku 2015.
2. Respondenci korzystali z kuchenek mikrofalowych ze zróżnicowaną częstotliwością. Prawie połowa badanych korzystała z nich codziennie lub kilka razy w tygodniu, głównie do podgrzewania żywności, rzadziej do rozmrażania i gotowania.
3. Największa grupa respondentów wykorzystywała kuchenki do przygotowywania dań głównych (43,5 %), natomiast zupy i desery wytwarzano istotnie najrzadziej (14,85 %). Rodzaj sporządzanych potraw uwarunkowany był wiekiem i wykształceniem respondentów, nie zależał natomiast od ich miejsca zamieszkania.
4. Największa grupa respondentów (112 osób) oceniła jakość żywności otrzymanej z użyciem kuchenek mikrofalowych jako dobrą.

Literatura

- [1] Anonymous: Microwave cooking and food safety. Risk Assessment Studies, Report No 19. Food and Environmental Hygiene Department. The Government of the Hong Kong, Hong Kong 2005.
- [2] Bednarowska Z.: Prognozy sprzedaży sprzętu RTV i AGD w Polsce. [on line]. PMR Research, 2012. Dostęp w Internecie [12.09.2016]: www.research-pmr.com
- [3] Chandrasekaran S., Ramanathan S., Basak T.: Microwave food processing – A review. Food Res. Int., 2013, **52**, 243-261.
- [4] Czarniecka-Skubina E., Gołaszewska B.: Wpływ procesu kulinarnego na jakość wybranych warzyw. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2001, **2 (27)**, 103-116.
- [5] Food-related risk. Special Eurobarometer, 2010, 354. [on line]. Dostęp w Internecie [10.10.2016]: www.efsa.com
- [6] Grzega U.: Sytuacja polskich gospodarstw domowych – zmiany w konsumpcji. Polityka Społeczna, 2005, **8**, 5-9.
- [7] Gutkowska K., Ozimek I., Laskowski W.: Uwarunkowania konsumpcji w polskich gospodarstwach domowych. Wyd. SGGW, Warszawa 2001, ss. 83-84.
- [8] Hill A.: Microwave Ovens. International Life Sciences Institute, Brussels 1998.
- [9] IFT: Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies – A Report of the Institute of Food Technologists for the Food and Drug Administration of the U.S. Department of Health and Human Services. IFT/FDA 2000, Contract No. 223-982333.
- [10] Ji L., Xue Y., Zhang T., Li Z., Xue Ch.: The effects of microwave processing on the structure and various quality parameters of Alaska pollock surimi protein-polysaccharide gels. Food Hydrocoll., 2017, **63**, 77-84.
- [11] Kidoń M., Pawlak T., Ryniecki A.: Wpływ promieniowania mikrofalowego na składniki bioaktywne i strukturę żywności. Cz.1. Obróbka wstępna i przetwarzanie żywności. Przem. Spoż., 2014, **4 (68)**, 7-9.
- [12] Kolny B.: Czynniki kształtujące zachowania konsumentów w czasie wolnym. Zesz. Nauk. PTE, 2004, **2**, 303-322.
- [13] Korzeniowska-Ginter R., Wilczyńska A., Chrostowska S.: Zróżnicowanie cech sensorycznych, parametrów barwy oraz wybranych składników bioaktywnych w gotowanych brokułach. Ekologia i Technika, 2015, **6**, 331-335.
- [14] Maciejewski G.: Gospodarstwa domowe w epoce postmodernizmu. W: Transformacja współczesnej gospodarki jako przedmiot badań ekonomicznych. Red. B. Kos. Studia Ekonomiczne. Zesz. Nauk. Wydziałowe UE, Katowice 2013, **136**, 209-217.
- [15] Mały Rocznik Statystyczny Polski, GUS, Warszawa 2016.
- [16] Ozimek I., Gutkowska K., Żakowska-Biemans S.: Postrzeganie przez konsumentów zagrożeń związanych z żywnością. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **4 (41) Supl.**, 100-111.
- [17] Piekut M.: Konsumpcja w polskich gospodarstwach domowych na tle innych krajów europejskich. Problemy Zarządzania, 2013, **1 (40) t. 1**, 23-39.
- [18] Pluta A., Berthold A.: Ogrzewanie mikrofalowe w przemyśle mleczarskim. Przem. Spoż., 2010, **4 (64)**, 17-20.
- [19] Roczniki Statystyczne RP 1994-2015, GUS, Warszawa 1995 - 2015.
- [20] Song W.-J., Kang D.-H.: Influence of water activity on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella Typhimurium* and *Listeria monocytogenes* in peanut butter by microwave heating. Food Microbiol., 2016, **60**, 104-111.
- [21] Steed L.E., Truong V.D., Simunovic J., Sandeep K.P., Kumar P., Cartwright G.D., Swartzel K.R.: Continuous flow microwave-assisted processing and aseptic packaging of purple-fleshed sweetpotato purees. J. Food Sci., 2008, **73**, E455-E462.

- [22] Surówka K.: Mikrofałe i podczerwień w technologii żywności. W: Ogólna technologia żywności. Red. E. Hajduk. Wyd. UR w Krakowie, Kraków 2010, ss. 63.
- [23] Szadzińska J., Kowalski S.J., Stasiak M.: Microwave and ultrasound enhancement of convective drying of strawberries: Experimental and modeling efficiency. *Int. J. Heat Mass Transfer*, 2016, **103**, 1065-1074.
- [24] Szafraniec K.: Konsumpcja, czas wolny, nowe media – obszary manifestacji statusu i kreacji własnego ja. W: Raport „Młodzi 2011”. Red. M. Boni. Wyd. Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, Warszawa 2011, ss. 221-262.
- [25] Tang J.: Unlocking potentials of microwaves for food safety and quality. *J. Food Sci.*, 2015, **80**, E1776-E1793.
- [26] Wachowicz I., Czarniecka-Skubina E.: Wpływ procesu kulinarnego na wybrane mierniki jakości marchwi i buraków. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **3 (40) Supl.**, 204-218.
- [27] Zalega T.: Konsumpcja dóbr trwałego użytku i zachowania przystosowawcze wśród polskich elit ekonomicznych w warunkach kryzysu. W: *Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy*. Red. M.G. Woźniak. Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, 2012, **24**, 329-346.
- [28] Żakowska-Biemans S.: Bezpieczeństwo żywności w opinii polskich konsumentów. *Brom. Chem. Toksykol.*, 2009, **3**, 1000-1005.

USE OF MICROWAVE OVENS TO PREPARE FOOD IN POLISH HOUSEHOLDS

S u m m a r y

The objective of the research study was to assess, on the basis of the authors' own research and the GUS (*Central Statistical Office in Poland*) data, the use of microwave ovens by Polish consumers. The questionnaire survey was conducted on a random sample of 250 respondents. In the study, several methods were used to statistically analyse the results, including a cluster analysis. Thus, it was possible to perform an in-depth analysis of the results obtained. A significant increase was found in the number of households in Poland equipped with microwave ovens. The respondents had a microwave oven during the passed 4 years (median). A significant reduction in the price of microwave ovens price contributed to this fact as did social and economic changes in Poland. The majority of respondents (ca. 80 %) used the microwave ovens they had. A major percentage of respondents (46 %) used microwave ovens on a daily basis or several times a week, mainly to heat food (73.2 %) or, less frequently, to defrost and cook. Primarily, main course dishes and appetizers were prepared in the microwave ovens, whereas soups and desserts were made significantly less frequently. The type of the prepared dishes depended significantly on the age and education of the respondents; though, the respondents' place of residence had no impact on it. The consumers valued microwave ovens for: streamlining the kitchen work, comfort and speed of preparing meals, and ease-of-use. The largest group of respondents rated the quality of the prepared food as good or average, and the taste of dishes as worse than that of the traditionally prepared dishes. The vast majority of respondents (73.6 %) considered the microwave oven as being safe for health. A small percentage of respondents feared radiation and the risk of developing cancer diseases.

Key words: microwave ovens, preparing food, consumer, household ☒

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 31 grudnia 2016 r.

Polskie akty prawne

1. Ustawa z dn. 4 listopada 2016 r. o zmianie ustawy o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych (Dz. U. 2016 r., poz. 2007).

Zmiana dotyczy oznakowania artykułu rolno-spożywczego będącego produktem nieprzetworzonym. Produkt może zawierać informację "Produkt polski", jeżeli produkcja podstawowa odbyła się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej. W przypadku mięsa – jeżeli zostało pozyskane ze zwierząt urodzonych na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej oraz których chów i ubój odbyły się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej. Natomiast w przypadku produktów pochodzenia zwierzęcego innych niż mięso – jeżeli zostały pozyskane od zwierząt, których chów odbywa się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej.

Oznakowanie artykułu rolno-spożywczego będącego produktem przetworzonym może zawierać informację "Produkt polski", jeżeli został wyprodukowany na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej i wszystkie jego składniki spełniają warunki określone w ust. 1 lub zostały wyprodukowane na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej wyłącznie ze składników spełniających warunki określone w ust. 1, a jeżeli do jego produkcji użyto innych składników: łączna masa tych składników wynosi nie więcej niż 25 % łącznej masy wszystkich składników w chwili ich użycia do wyprodukowania tego produktu, nie licząc masy wody użytej do jego produkcji.

W oznakowaniu artykułu rolno-spożywczego informację "Produkt polski" można również zamieszczać w formie znaku graficznego zawierającego tę informację.

- Artykuły rolno-spożywcze, które są oznakowane znakiem graficznym zawierającym informację "Produkt polski" niezgodnym ze wzorem określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7b ust. 4 ustawy zmienianej w art. 1 w brzmieniu nadanym niniejszą ustawą, mogą pozostawać w obrocie do dnia 31 grudnia 2017 r.
2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 8 listopada 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej oraz metod analiz kazein spożywczych i kazeinianów spożywczych (Dz. U. 2016 r., poz. 1856).

Załącznik do rozporządzenia zawiera szczegółowe wymagania w zakresie jakości handlowej kazein spożywczych i kazeinianów spożywczych. Kazeina kwasowa spożywcza jest przetworem mlecznym otrzymywanym w drodze oddzielenia, płukania i suszenia wytrąconego kwasem koagulatu odtłuszczonego mleka lub innych przetworów otrzymanych z mleka.
 3. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 26 października 2016 r. w sprawie stawek opłat za czynności przeprowadzone w ramach kontroli jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych (Dz. U. 2016 r., poz. 1949).

Rozporządzenie określa stawki opłat za czynności przeprowadzone w ramach kontroli, w tym kontroli granicznej lub kontroli przeprowadzonej na podstawie przepisów odrębnych, w wyniku której stwierdzono, że artykuły rolno-spożywcze nie odpowiadają wymaganiom w zakresie jakości handlowej wynikającym z przepisów o jakości handlowej lub wymaganiom dodatkowym zadeklarowanym przez producenta.
 4. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 22 listopada 2016 r. w sprawie stawek opłat za dokonanie niektórych czynności związanych z rejestracją nazw i oznaczeń produktów rolnych i środków spożywczych (Dz. U. 2016 r., poz. 1956).

Rozporządzenie określa stawkę opłaty za dokonanie oceny:

 - wniosku o rejestrację nazwy pochodzenia, oznaczenia geograficznego lub gwarantowanej tradycyjnej specjalności produktu rolnego lub środka spożywczego,
 - zastrzeżenia do wniosku o rejestrację,
 - wniosku o zatwierdzenie zmiany w specyfikacji,
 - sprzeciwu, o którym mowa w art. 28 ustawy z dnia 17 grudnia 2004 r. o rejestracji i ochronie nazw i oznaczeń produktów rolnych i środków spożywczych oraz o produktach tradycyjnych.

Za każdą z wymienionych czynności opłata wynosi 300 zł.
 5. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 23 listopada 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie krajowych laboratoriów referencyjnych

w zakresie jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych (Dz. U. 2016 r., poz. 1974).

Załącznik do rozporządzenia zawiera wykaz krajowych laboratoriów referencyjnych właściwych dla poszczególnych przedmiotów i rodzajów badań w zakresie jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych.

Na liście znajduje się:

- Centralne Laboratorium w Poznaniu Głównego Inspektoratu Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych,
 - Laboratorium Specjalistyczne w Gdyni Głównego Inspektoratu Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych,
 - Laboratorium Specjalistyczne w Lublinie Głównego Inspektoratu Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych,
 - Laboratorium Specjalistyczne w Kielcach Głównego Inspektoratu Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych.
6. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 7 grudnia 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie znakowania poszczególnych rodzajów środków spożywczych (Dz. U. 2016 r., poz. 2019).


Zmiany dotyczą znakowania kazeiny spożywczej, kazeiny podpuszczkowej spożywczej oraz kazeinianów spożywczych.

Kazeinę kwasową spożywczą, kazeinę podpuszczkową spożywczą oraz kazeiniany spożywcze znakuje się na opakowaniu, pojemniku lub etykiecie, w sposób widoczny, czytelny i nieusuwalny, podając następujące informacje:

- nazwę środka spożywczego albo – w przypadku kazeinianów spożywczych – nazwę uzupełnioną wskazaniem kationu lub kationów,
- masę netto środka spożywczego wyrażoną w kilogramach lub gramach,
- imię i nazwisko albo firmę (nazwę) oraz adres podmiotu działającego na rynku spożywczym, pod którego imieniem i nazwiskiem albo pod którego firmą (nazwą) jest wprowadzany do obrotu dany środek spożywczy,
- nazwę państwa pochodzenia – w przypadku środków spożywczych przywożonych z państw trzecich,
- datę produkcji lub oznaczenie kodu identyfikacyjnego partii produkcyjnej.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2016/1923 z dn. 24 października 2016 r. zatwierdzające zmianę inną niż nieznaczna w specyfikacji nazwy zarejestrowanej w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych [Karp zatorski (ChNP)] (Dz. Urz. UE L 2016 r., Nr 297, s. 13).

Komisja Europejska, na wniosek Polski, zatwierdziła zmiany w specyfikacji chronionej nazwy pochodzenia „Karp zatorski” zarejestrowanej na podstawie rozporządzenia Komisji (UE) nr 485/201. 

NOWE KSIĄŻKI

Emerging Technologies in Meat Processing: Production, Processing and Technology [Nowe technologie w przetwórstwie mięsa: Produkcja, przetwórstwo i technologia]

Enda J. Cummins (Ed.), James G. Lyng (Ed.)

Wydawnictwo: Wiley-Blackwell, 2016, ISBN: 978-1-118-35068-3, liczba stron 448, cena 162,50 EUR

Zamówienia: <http://eu.wiley.com>

Mięso jest produktem globalnym, który jest przedmiotem handlu między regionami, krajami i kontynentami. Na producentach, przetwórcach, przewoźnikach i sprzedawcach detalicznych spoczywa odpowiedzialność zapewnienia, że konsumenci otrzymują produkty o najwyższej jakości i wolne od zanieczyszczeń. Przy tak dynamicznie rozwijającym się rynku ciągle poszukuje się innowacyjnych rozwiązań mających zapewnić najwyższą jakość produktu na każdym etapie produkcji i dystrybucji. Również dzięki wzrastającej konkurencji przemysł nieustannie poszukuje nowych innowacyjnych sposobów przetwarzania i pakowania produktów mięsnych oraz ich oceny przy zachowaniu najwyższych standardów jakości i bezpieczeństwa. W książce w sposób kompleksowy przedstawiono nowe techniki przetwarzania i pakowania oraz metody oceny jakości i bezpieczeństwa mięsa i produktów mięsnych.

Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices

[Chemia i technologia napojów bezalkoholowych i soków owocowych]

Philip R. Ashurst

Wydawnictwo: Wiley-Blackwell, 2016, 3rd Edition, ISBN: 978-1-4443-3381-7, liczba stron 424, cena 162,50 EUR

Zamówienia: <http://eu.wiley.com>

Napoje bezalkoholowe i soki owocowe produkowane są w każdym kraju na świecie, a ich dostępność jest niezwykle powszechna. W ciągu ostatniej dekady były one jednak przedmiotem krytyki ze względu na stosunkowo dużą zawartość cukru. Opracowanie zawiera przegląd zagadnień związanych z chemią i technologią napojów bezalkoholowych oraz soków owocowych. W książce omówiono: składniki, metody przetwarzania, charakterystykę mikrobiologiczną i jakościową, opakowania, identyfikowalność,

a także światowe trendy rynkowe dotyczące wymienionych produktów. Trzecie wydanie obejmuje rozdziały, w których omówiono tematy ważne dla branży, zwłaszcza w ostatnich latach, jak: zużycie wody i gospodarka wodna oraz mikrobiologiczne aspekty procesów produkcji. Książka jest skierowana do pracowników branży spożywczej działających w obszarze chemii i mikrobiologii produkcji, kontroli jakości, rozwoju nowych produktów i marketingu w branży soków i napojów oraz przedsiębiorstw dostarczających składniki lub materiały opakowaniowe.

Bezpieczeństwo i jakość żywności

Stanisław Kowalczyk

Wydawnictwo: Wyd. Nauk. PWN, 2016, ISBN: 9788301187323, liczba stron 416, cena 56,58 zł

Zamówienia: <http://ksiegarnia.pwn.pl>

Autor w sposób kompleksowy przedstawił zagadnienia związane z bezpieczeństwem i jakością żywności. Konsekwencją maksymalizacji zysków w gospodarce są zjawiska i tendencje pozytywne, ale występują także procesy negatywne. Do takich należy przede wszystkim zjawisko oszustw żywnościowych i w efekcie utrata bezpieczeństwa żywności, co ma swój wymiar zdrowotny. W książce omówiono takie zagadnienia, jak: koncepcje bezpieczeństwa żywnościowego i żywienia, suwerenność żywnościowa, jakość żywności, jej fałszowanie oraz ochrona żywności przed działaniami o charakterze bioterrorystycznym. Autor przedstawił unikatowe rozważania na temat systemów bezpieczeństwa żywności na świecie, modeli ryzyka w tym obszarze, skali fałszerstw żywnościowych na świecie, w tym koncepcję tzw. drugiej fali oszustw żywnościowych sformułowaną na bazie analizy wykazu ponad 700 znaczących incydentów żywnościowych z ostatnich 200 lat. Rozważania te są uzupełnione prezentacją wybranych, znaczących inicjatyw w zakresie bezpieczeństwa na świecie, zarówno w wymiarze międzynarodowych (Codex Alimentarius), jak i regionalnym (System RASFF) oraz krajowym. Autor zaproponował również działania, jakie powinny być podjęte na szczeblu globalnym i regionalnym, aby zapewnić bezpieczeństwo żywności współczesnemu konsumentowi.

Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu

Jan Gawęcki (Red.)

Wydawnictwo: Wyd. Nauk. PWN, 2016, T. 1. Wyd. III. ISBN: 9788301163204, liczba stron 560, cena 44,93 zł

Zamówienia: <http://ksiegarnia.pwn.pl>

Żywnienie człowieka jest pierwszym z serii podręczników stanowiących wyczerpujące kompendia wiedzy z zakresu współczesnej nauki o żywieniu, dietetyki i zdrowia publicznego. W niniejszej książce zespół autorski omówił: cele i zadania tej dziedziny nauki oraz historię jej rozwoju, fizjologię trawienia i przyswajania pożywienia, potrzeby energetyczne organizmu i ich zaspokajanie, składniki pokarmowe oraz wartość odżywczą i bezpieczeństwo produktów spożywczych, normy żywieniowe i planowanie żywienia oraz ocenę sposobu żywienia i stanu odżywienia. W obecnym trzecim już wydaniu uwzględniono wyniki badań naukowych, które przyczyniły się do istotnego wzrostu wiedzy z zakresu nauk żywieniowych w ostatnich kilkunastu latach. Zweryfikowano i zmieniono poglądy na niektóre ważne problemy żywieniowe. Książka przeznaczona jest m.in. dla studentów uczelni przyrodniczych, medycznych, uniwersytetów, a także żywieniowców, dietetyków, lekarzy i organizatorów turystyki.

Żywnienie człowieka zdrowego i chorego

Jan Gawęcki (Red.)

Wydawnictwo: Wyd. Nauk. PWN, 2016, T. 2. Wyd. II. ISBN: 9788301164928, liczba stron 472, cena 47,92 zł

Zamówienia: <http://ksiegarnia.pwn.pl>

W drugim tomie serii dotyczącej żywienia człowieka autorzy przedstawili zasady i praktyczne wskazówki prawidłowego żywienia w różnych okresach życia, rolę żywienia w profilaktyce i leczeniu najczęściej występujących chorób, jak: niedożywienie i otyłość, jadłowstręt i bulimia, choroby metaboliczne, choroby układu krążenia i pokarmowego, onkologiczne, alergie pokarmowe, intensywna terapia żywieniowa, żywienie pozajelitowe i dojelitowe oraz praktyczne wskazówki do żywienia człowieka chorego. W obecnym drugim wydaniu uaktualniono informacje wynikające z rozwoju nauk żywieniowych i studiów akademickich z zakresu dietetyki. Dodano nowe rozdziały: o żywieniu w ekstremalnych warunkach środowiska i w alergiach pokarmowych oraz o technologii potraw dietetycznych. Książka przeznaczona jest dla studentów uniwersytetów przyrodniczych, medycznych, i innych uczelni wyższych realizujących przedmioty z zakresu żywienia, a także dla osób praktycznie zajmujących się tym zagadnieniem – lekarzy, dietetyków, żywieniowców, technologów żywności oraz personelu szpitali, sanatoriów i domów opieki.

Żywnienie człowieka Słownik terminologiczny

Jan Gawęcki, Henryk Gerting

Wydawnictwo: Wyd. Nauk. PWN, 2016, Wyd. II, ISBN: 9788301150730, liczba stron 150, cena 28,62 zł

Zamówienia: <http://ksiegarnia.pwn.pl>

Ukazało się drugie zmienione wydanie słownika, który w 2001 roku opublikowano pt. „Słownik terminów żywieniowych”. W obecnym wydaniu zawarto około 1350 haseł z następujących obszarów wiedzy o żywieniu: podstawowe pojęcia żywieniowe, składniki odżywcze, jednostki chorobowe, w których powstawaniu lub zapobieganiu decydującą rolę odgrywają jakość zdrowotna żywności i sposób żywienia oraz wybrane zagadnienia związane z fizjologią i biochemią żywienia. W nowym wydaniu niektóre hasła zostały przeredagowane, co jest związane z definicjami przygotowanymi na podstawie jednolitego tekstu Ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia dostosowanego do ustawodawstwa Unii Europejskiej. Na końcu książki podano odpowiedniki angielskie haseł, aby ułatwić posługiwanie się nimi w tłumaczeniach tekstów żywieniowych. Słownik przeznaczony jest dla studentów uczelni przyrodniczych i medycznych, którzy kształcą się w zakresie żywienia człowieka, osób praktycznie zajmujących się tymi zagadnieniami – lekarzy, dietetyków, technologów żywności oraz osób planujących żywienie w szpitalach, sanatoriach i innych ośrodkach żywienia.

Opakowania i pakowanie żywności. Wybrane zagadnienia

Agnieszka Żbikowska (Red.), Krzysztof Leszczyński (Red.)

Wydawnictwo: Wyd. SGGW, 2016, ISBN: 978-83-7583-659-2, liczba stron 211, cena 31,40 zł

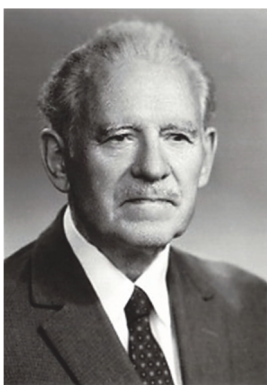
Zamówienia: <http://www.ksiegarnia-ekonomiczna.com.pl>

Podręcznik jest próbą usystematyzowania podstawowych wiadomości na temat zagadnień związanych z opakowaniami i pakowaniem. Przedstawiono w nim złożoność procesu doboru i oceny opakowań, w szczególności przeznaczonych do kontaktu z żywnością. Poszczególne rozdziały obejmują takie zagadnienia, jak: definicje opakowań i ich rola w procesie dostarczania produktów od producenta do konsumenta końcowego, funkcje pełnione przez opakowania, dobór opakowań do produktów i ocena prawidłowości zapakowania towarów, właściwości materiałów opakowaniowych i pakowanych produktów, konstrukcje opakowań jednostkowych, zbiorczych i transportowych, warunki, w jakich produkt i opakowanie będą transportowane i magazynowane w drodze od producenta do odbiorcy końcowego, sposoby sprzedaży (marketingu) oraz potrzeby nabywcy – konsumenta. W kolejnych rozdziałach autorzy omówili cechy podstawowych materiałów opakowaniowych i opakowań z nich wytworzonych, sposoby projektowania, znakowania i pakowania opakowań oraz wymagania dotyczące opakowań jednostkowych, zbiorczych i transportowych. Omówili także zagadnienia związane z towaroznawczą oceną różnych opakowań rynkowych. Opracowanie może być przydatne dla studentów oraz pracowników inżynieryjno-technicznych i przedsiębiorców produkujących opakowania i żywność.

Opracował: Lesław Juszcak

TWÓRCY POLSKIEJ NAUKI O ŻYWNOSCI

DOCENT MARIAN ZIĘCIK (1910 - 1994)



Marian Zięcik urodził się 6 października 1910 roku w Jaworznie. Szkołę podstawową i średnią ukończył w Krakowie, a w latach 1930 - 1933 studiował na Wydziale Rolniczym, gdzie pod kierunkiem wybitnego ichtiologa profesora T. Spiczakowa wykonał pracę magisterską „Polish and Danish cod” w Katedrze Ichtiologii i Rybactwa (Arch. Hydrobiol. I Rybactwa, XI, 51-69, Warszawa 1938) i uzyskał dyplom magistra w zakresie ichtiologii i rybactwa. Jego kontakty z morzem nawiązane jeszcze w ramach praktyk studenckich w Stacji Morskiej na Helu i w Morskim Urzędzie Rybackim w Gdyni, połączone z wiedzą wyniesioną ze studiów uniwersyteckich, w dalszych latach zaowocowały pionierskimi opracowaniami wykonanymi na rzecz polskiej gospodarki rybnej. Po uzyskaniu tytułu magistra, w latach 1933 - 1934, pracował jako asystent naukowy w Rybackiej Stacji Morskiej w Gdyni, a następnie, do rozpoczęcia wojny, w Morskim Urzędzie Rybackim jako inspektor rybacki, a następnie zastępca dyrektora. W tym czasie przygotował m.in. plan kompleksowego rozwoju rybołówstwa do 1965 r. i badał biologię dorsza z Głębi Gdańskiej. Wojna przerwała te prace. We wrześniu 1939 r. Doc. M. Zięcik został zmobilizowany do Brygady Obrony Narodowej i brał udział w walkach jako adiutant dowódców obrony wybrzeża, płk Dąbka w Gdyni, a następnie płk Brodowskiego na Kępie Oksywiejskiej. Ciężko ranny dostał się do niewoli niemieckiej, był więźniem obozów jenieckich w Hohenstein, Arnswalde, Grossborn i Bremervörde. Za udział w obronie Wybrzeża otrzymał szereg odznaczeń oraz awans na stopień kapitana.

Bezpośrednio po wojnie Docent Zięcik kierował odbudową i unowocześnianiem polskiej gospodarki rybackiej. Do 1950 r. piastował stanowisko dyrektora Morskiego Urzędu Rybackiego w Gdyni, a po jego reorganizacji pełnił funkcje kierownicze w Morskim Instytucie Rybackim, a następnie w Przedsiębiorstwie Budowy Urządzeń

Chłodniczych i Mechanizacji Rybołówstwa w Gdyni (1951 - 1953). W tym okresie brał udział w opracowywaniu projektów mających na celu wyposażenie i zmechanizowanie pracochłonnych procesów w gospodarce portowej.

Przygotowanie teoretyczne, doświadczenie praktyczne oraz cechy osobowości sprawiły, że Doc. Marian Zięcik w 1953 roku został powołany na stanowisko zastępcy profesora do udziału w organizowaniu Wydziału Rybackiego w Wyższej Szkole Rolniczej w Olsztynie. Rok później uzyskał stopień naukowy docenta po przedstawieniu prac „Prognostyczne studium technologiczno-ekonomiczno-przestrzenne bazy rybołówstwa w Świnoujściu” oraz „Studia technologiczno-przestrzenne rozbudowy portu rybackiego w Gdyni, Helu, Władysławowie, Łebie i Gdańsku”. Na wydziale tym był kierownikiem Katedry Inżynierii Rybackiej oraz twórcą i organizatorem Zakładu Portów i Baz Rybackich, Zakładu Techniki Połowów i Zakładu Technologii Zabezpieczania Surowców Rybnych. W latach 1954 - 1962 przez trzy kadencje pełnił funkcję prodziekana Wydziału Rybackiego, ponadto do 1964 r. był członkiem Senatu WSR w Olsztynie i licznych komisji uczelnianych.

Docent M. Zięcik reprezentował pogląd o potrzebie rozwoju polskiego rybołówstwa i związanego z nim zaplecza naukowego na zachodnim wybrzeżu Morza Bałtyckiego, dlatego w 1964 roku przeniósł się do Szczecina, gdzie w Wyższej Szkole Rolniczej zorganizował i kierował Pracownią Problemową Oceanicznego Przemysłu Rybnego, która w 1970 r. została włączona do nowo utworzonego Wydziału Rybactwa Morskiego i stała się jedną z głównych jego części składowych. Na Wydziale tym kierował także Zespołem Badawczym Eksploatacyjno-Połowowym obejmującym trzy katedry, a po jego reorganizacji powołany został na stanowisko wicedyrektora Instytutu Eksploatacji Zasobów Morza i kierownika Zakładu Eksploatacji Statków i Portów Rybackich.

W 1978 r. Docent Zięcik przeniósł się do Krakowa, gdzie w Oddziale Technologii Żywności Wydziału Rolniczego Akademii Rolniczej utworzył od podstaw Zespół Technologii Ogólnej i Chłodnictwa, który przekształcił w Zakład, a następnie w Katedrę Chłodnictwa i Inżynierii Przemysłu Spożywczego. W 1980 roku przeszedł na emeryturę, jednak w następnych latach dalej kontynuował działalność dydaktyczną i naukową.

Udokumentowany dorobek naukowy Docenta Mariana Zięcika obejmuje ponad 100 opracowań, wśród których 70, to prace naukowo-badawcze i komunikaty na konferencje naukowe, a 30 stanowią opracowania o charakterze projektowym. Zawarł w nich nowatorskie wzorce rozwiązań organizacyjnych i technologiczno-połowowych dla rybołówstwa bałtyckiego i dalekomorskiego bazujących m.in. na koncepcji pakietyzacji, paletyzacji i konteneryzacji. W okresie Polski Ludowej znacząco przyczyniły się one do dynamicznego rozwoju naszego rybołówstwa. Był autorem podręczników akademickich, które stały się źródłem wiedzy nie tylko dla studentów, ale także dla licznych technologów żywności i osób zatrudnionych w rybołówstwie oraz transporcie

(„Zabezpieczenie surowców rybnych”, cz. I i II, 1955, „Mechanizacja portów rybackich”, 1957, i „Konteneryzacja w transporcie morskim i lądowym”, 1971). W swoich badaniach naukowych dokonał analizy przydatności głównych gatunków ryb morskich i jeziorowych do przetwórstwa i zabezpieczenia chłodniczego oraz badań możliwości wykorzystania mniej wartościowych gatunków ryb i produktów ubocznych przemysłu rybnego do produkcji pasz płynnych. Prace te stanowiły w owym czasie pionierskie opracowania z zakresu chłodnictwa żywności i biotechnologii. Zagadnieniami chłodnictwa i zamrażalnictwa oraz wykorzystania produktów ubocznych przemysłu spożywczego zajmował się również podczas pracy naukowej w Akademii Rolniczej w Krakowie. Osiągnięcia Docenta Mariana Zięcika były doceniane przez świat nauki oraz organizacje gospodarcze. Był członkiem Sekcji Rybackiej FAO (1960 - 1965) i Międzynarodowego Instytutu Chłodnictwa (IIR – sekcja D3) w Paryżu, gdzie w latach 1970 - 1984 reprezentował Polskę, a także Rad Naukowych Sekcji Morskiej WRN w Gdańsku, Komisji Planów Regionalnych w Koszalinie, Towarzystwa Rozwoju Ziemi Zachodnich oraz Rady Techniczno-Ekonomicznej Zjednoczenia Gospodarki Rybnej.

Działalność dydaktyczna Docenta Zięcika była mocno związana z Jego zainteresowaniami naukowymi. Był cenionym wychowawcą oraz nauczycielem akademickim, promotorem kilkudziesięciu prac magisterskich, jednej doktorskiej i recenzentem 10 prac doktorskich. W jednostkach akademickich, w których pracował, stworzył szkołę, z której wypromowanych zostało 6 profesorów tytułarnych i liczni adiunkci.

Potrafił przewidywać tendencje rozwojowe w reprezentowanych przez siebie dziedzinach wiedzy. Korzystając ze swojego doświadczenia i kompetencji wpajał młodemu pokoleniu nowe idee, zawsze stawiając na pierwszym miejscu przydatność nauki dla praktyki.

Wkład Docenta Mariana Zięcika w rozwój gospodarczy kraju, polskiej nauki i kształcenie specjalistów oraz zasługi w wojnie obronnej były wielokrotnie doceniane. Otrzymał On zaszczytne wyróżnienia i odznaczenia, m.in. Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski, Złoty Krzyż Zasługi, Srebrny Krzyż Zasługi na Polu Chwały, Medal Zwycięstwa i Wolności, Medal 10-lecia PRL, złote odznaki Zasłużony Pracownik Morza i Zasłużony dla Warmii i Mazur. Był także wielokrotnie nagradzany nagrodami Ministerstwa Żeglugi, Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, centralnych władz rybackich i Rektorów Akademii Rolniczych w Olsztynie, Szczecinie i Krakowie.

Docent Marian Zięcik zmarł 23 kwietnia 1994 roku w Krakowie i został pochowany na Cmentarzu Rakowickim.

W pamięci osób, z którymi przyszło mu współpracować, pozostaje Jego wiedza poparta doświadczeniem, aktywność i ponadprzeciętne zdolności organizacyjne oraz wizjonerskie spojrzenie w przyszłość.

prof. dr hab. Krzysztof Surówka

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

PROF. DR HAB. INŻ. JAN KISZA, DR H.C. 1926 - 2016



Profesor Jan Kiszka urodził się 2 września 1926 r. w Zamarskach koło Cieszyna. Szkołę powszechną ukończył w 1940 roku. Od 1944 roku był żołnierzem III Dywizji Strzelców Karpackich, z którą brał udział m.in. w zdobyciu Bolonii w roku 1945. W tymże roku rozpoczął naukę w szkole średniej, zorganizowanej przy III Dywizji Strzelców Karpackich (w gminie Amandoli w środkowych Włoszech). Po powrocie do kraju w roku 1947 podjął naukę w Technikum Rolniczym w Czechowicach, a następnie w Studium Wstępnym przy Wyższej Szkole Gospodarstwa Wiejskiego w Cieszynie. Rozpoczęte również w WSGW w Cieszynie studia wyższe na Wydziale Mleczarskim ukończył jako inżynier w 1953 roku już w Wyższej Szkole Rolniczej, po przeniesieniu uczelni decyzją Prezesa rady Ministrów do Olsztyna. Tytuł zawodowy magistra uzyskał na Wydziale Zootechnicznym uczelni olsztyńskiej w roku 1955. Odpowiadając pozytywnie na propozycję ówczesnego prorektora Uczelni, Alojzego Świątka, w roku 1952 rozpoczął, jako wolontariusz, pracę w Katedrze Technologii Mleczarstwa WSR w Olsztynie.

Pracę doktorską pt. *Badania nad zawartością witaminy B₁₂ w procesie produkcji sera pleśniowego typu roquefort*, pod kierunkiem prof. Józefa Janickiego, obronił w 1964 roku w Wyższej Szkole Rolniczej w Poznaniu. W 1969 roku na podstawie oceny całokształtu dorobku naukowego i przedłożonej rozprawy habilitacyjnej pt. *Badania nad zmianami w składzie chemicznym mleka krów chorych na zapalenie wymion z uwzględnieniem jego przydatności do przerobu* uzyskał stopień doktora habilitowanego nauk przyrodniczych, nadany uchwałą Rady Naukowej Instytutu Biologii Stosowanej WSR w Olsztynie. Tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego nauk technicznych został Mu nadany w 1976 roku, a profesora zwyczajnego w 1983 roku.

Główne obszary zainteresowań Profesora obejmowały:

- jakość mleka surowego,
- humanizację odżywek dla dzieci,
- standaryzację organoleptycznych i reologicznych cech masła,
- badanie zawartości cholesterolu w produktach mleczarskich.

Profesor Jan Kisza pełnił wiele funkcji organizacyjnych i naukowych. W latach 1969 - 1975 pełnił funkcję prodziekana, a w latach 1978 - 1981 dziekana Wydziału Technologii Żywności Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie. W latach 1972 - 1975 był członkiem Rady Głównej MNSzWiT, a w latach 1984 - 1987 członkiem Centralnej Komisji Kwalifikacyjnej. Przez prawie 20 lat Profesor był również członkiem Krajowej Komisji Mleczarskiej, Rady Nadzorczej CZSMI oraz Rady Naukowej Instytutu Przemysłu Mleczarskiego. Profesor pełnił także funkcję redaktora działowego Zeszytów Naukowych ART, a ponadto był członkiem Rad Programowych czasopism Przemysł Spożywczy oraz Polish Journal of Food and Nutrition Sciences.

Profesor Jan Kisza był także członkiem wielu towarzystw naukowych, organizacji gospodarczych i promocyjnych. W latach 1982 - 1984 pełnił funkcję Dyrektora Instytutu Inżynierii i Biotechnologii Żywności, a w latach 1984 - 1986 Dyrektora Instytutu Technologii Mleczarskiej.

Sylwetkę naukową Pana Profesora ukształtowała Uczelnia Kortowska czerpiąca na swoim początku z doświadczeń WSGW w Cieszynie. Za swoich nauczycieli Profesor uważał, obok wspomnianego już profesora Józefa Janickiego, także profesorów: Alojzego Świątka, Eugeniusza Pijanowskiego, Tomasza Dziameę, oraz współpracujących z ośrodkiem olsztyńskim prof. Jiřiego Davidka i prof. Edmunda Rennera.

Bardzo owocna w zakresie dydaktyki, badań oraz rozwoju kadry była 18-letnia współpraca Profesora z Wydziałem Technologii Żywności Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. W dowód uznania senat tej uczelni nadał Mu w 2001 roku najwyższą godność akademicką *doktora honoris causa*. Profesor współpracował także z wieloma ośrodkami naukowymi z zagranicy m.in. Królewską Akademią Rolniczą w Szwecji, Instytutem Zootechnicznym we Francji, Uniwersytetem Rolniczym Wageningen-Ede w Holandii, Wyższą Szkołą Chemiczno-Technologiczną w Pradze, Uniwersytetem w Giessen oraz Uniwersytetem Humbolta w Berlinie.

Cały okres swojej pracy naukowej i zawodowej Profesor Jan Kisza poświęcił rozwojowi nauki i praktyki przemysłu spożywczego, w tym szczególnie przemysłu mleczarskiego. Był wybitnym specjalistą i autorytetem z zakresu chemii i technologii mleczarskiej oraz zasłużonym dla rozwoju krajowego przemysłu mleczarskiego. Na uwagę zasługuje sprawowanie przez Pana Profesora funkcji Koordynatora Centralnego Programu Badawczo-Rozwojowego 10-16. Dowodem uznania dla wysokich kwalifikacji zawodowych i zdolności organizacyjnych Profesora Kiszy było powołanie Go do

różnych gremiów doradczych i opiniodawczych na szczeblu centralnym, m.in. w Sejmie RP.

Godne podkreślenia są również zainteresowania pozazawodowe Profesora Jana Kiszy. Przez wiele lat uczestniczył czynnie w działalności chóru przy Kościele Ewangelickim w Olsztynie. Był również aktywnym członkiem regionalnego stowarzyszenia macierzy Ziemi Cieszyńskiej. Na szczególną uwagę zasługuje przywiązanie Profesora do Ziemi Cieszyńskiej i Rodziny, które pięknie opisał w swoim ostatnim wspomnieniowym dziele „Dziedzictwo”.

Pan Profesor był cenionym nauczycielem i wychowawcą wielu pokoleń młodzieży akademickiej oraz kadry dydaktycznej. Był promotorem i recenzentem licznych prac doktorskich, habilitacyjnych i wniosków o nadanie tytułu profesora. Dorobek naukowy Profesora obejmuje ponad 600 prac naukowych, rozwojowych i wdrożeniowych, 2 podręczniki oraz 10 patentów.

Za swoją działalność naukową Profesor Jan Kisza został odznaczony m.in. Oficerskim i Kawalerskim Krzyżem Orderu Odrodzenia Polski, Medalem Komisji Edukacji Narodowej oraz licznymi medalami branżowymi i uczelnianymi, w tym Zasłużony dla ART w Olsztynie oraz AR w Krakowie. Za swój udział w II wojnie światowej na zachodzie został odznaczony Odznaką Weterana J.W. Króla Anglii, angielskim Medalem za Wojnę 1939 - 45, angielską Gwiazdą Italii oraz Patentem Weterana Walk o Wolność i Niepodległość Ojczyzny.

Żegnając Pana Profesora, żegnamy Wybitnego Naukowca i Dydaktyka, żegnamy Wychowawcę wielu pokoleń pracowników nauki, w tym 25 wypromowanych doktorów. Żegnamy Profesora w imieniu rzeszy absolwentów – pracowników przemysłu mleczarskiego, żegnamy Człowieka mądrego, prawego i żyjącego cały czas sprawami Wydziału Nauki o Żywności i Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Dziękujemy Panu Profesorowi za wszystko, co zdążył w swoim życiu przekazać otoczeniu. Dziękujemy za szczególny stosunek Pana Profesora do współpracowników i swoich wychowanków.

Przytaczając słowa ks. Jana Twardowskiego, według których:

Można odejść na zawsze, by stale być blisko

ufamy, że Pan Profesor Jan Kisza pozostanie na zawsze w naszej pamięci.

*Koleżanki i Koledzy
z Katedry Mleczarstwa i Zarządzania Jakością
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie*

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

PROF. DR HAB. INŻ. ILONA KOŁODZIEJSKA 1946 - 2016



24 listopada 2016 roku zmarła Profesor Ilona Kołodziejska – autorytet w dziedzinie chemii, technologii i biotechnologii żywności, autorka/współautorka około 100 artykułów naukowych, wielu doniesień i komunikatów na konferencjach krajowych i zagranicznych, wychowawca kilku pokoleń chemików – technologów żywności.

Ilona Kołodziejska urodziła się 19 lutego 1946 roku w Gdyni. Po ukończeniu liceum ogólnokształcącego rozpoczęła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej (PG). W roku 1969 uzyskała stopień magistra inżyniera chemika środków spożywczych, po przedstawieniu pracy dyplomowej wykonanej w Katedrze Technologii Zwierzęcych Produktów Spożywczych PG pod kierunkiem dr inż. Haliny Zimińskiej. W 1981 roku uzyskała w PG stopień naukowy doktora nauk chemicznych, a w roku 2000 – doktora habilitowanego nauk technicznych w zakresie technologii chemicznej. Tytuł naukowy profesora nauk rolniczych został Jej nadany w roku 2008. W latach 2001 - 2003 była kierownikiem Katedry Chemii i Technologii Żywności oraz w okresie 2007 - 2016 – Katedry Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności. W okresie pracy, jako nauczyciel akademicki, odbyła półroczny staż w przemyśle rybnym, roczny staż naukowy w University of Toronto u profesora Leona Rubina oraz dwa krótkoterminowe staże dydaktyczne w zakresie mikrobiologii żywności w Technische Hochschule Aachen oraz w Universität Hohenheim Stuttgart.

Od 1969 roku Ilona Kołodziejska pracowała w PG w Zakładzie Technologii Utrwalania Żywności i Mikrobiologii Technicznej, początkowo na stanowiskach naukowo-technicznych, a następnie jako nauczyciel akademicki w Katedrze Chemii i Technologii Żywności, aktualnie Katedrze Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności. Uczestniczyła w pracach zespołu profesora Zdzisława E. Sikorskiego, które

zmierzały do poznania przemian białek, przede wszystkim zwierzęcych, w procesach przechowywania i przetwarzania żywności i ich roli w kształtowaniu właściwości produktów. Początkowo zajmowała się wpływem przechowywania chłodniczego, wielokrotnego zamrażania (rozmrężania) i polifosforanów na wiązanie jonów wapnia i magnezu w mięsie dorsza. Następnie uczestniczyła w badaniach dotyczących opracowania optymalnych warunków procesu otrzymywania półproduktu tranu leczniczego z wątrób ryb metodą alkalicznej hydrolizy i sprawdzenia procedury w skali technicznej; technologii wytwarzania koncentratów oraz preparatów białkowych z wykorzystaniem hydrolizy enzymatycznej; strat aminokwasów egzogennych i wartości biologicznej mięsa wskutek degradacji cieplnej białek; opracowania testów do oceny jakości mięsa rozmrażanego różnymi metodami. Zajęła się również przyczynami niekorzystnych zmian białek wskutek zamrażania i przechowywania zamrażalniczego mięsa ryb, głównie rolą soli nieorganicznych w zamrażalniczej denaturacji tych białek oraz próbami przeciwdziałania temu zjawisku.

Badania naukowe Ilony Kołodziejkiej po uzyskaniu stopnia doktora dotyczyły przede wszystkim biochemicznych i funkcjonalnych właściwości białek surowców morskich i racjonalnego wykorzystywania niejadalnych części powstających podczas obróbki wstępnej tych surowców. W tym okresie szczególnie istotna była tematyka dotycząca kalmarów, nie tylko pod względem poznawczym, ale też użytkowym, gdyż polskie rybołówstwo zajmowało wówczas drugie miejsce na świecie pod względem wielkości połowów tych głowonogów. Ilona Kołodziejka badała enzymatyczne, chemiczne i funkcjonalne właściwości mięsa kalmarów, opracowała procedury wydzielenia kolagenu ze skór kalmarów, właściwości proteaz narządów wewnętrznych ryb i kalmarów. Pracowała też nad modyfikacją chityny kryla. Ustaliła optymalne warunki hodowli grzybów *Mucor rouxii*, będących źródłem deacetylazy i enzymów chitozanolitycznych oraz opracowała dwustopniową chemiczno-enzymatyczną metodę otrzymywania z chityny kryla chitozanów o założonych masach cząsteczkowych i stopniach deacetylacji.

Po uzyskaniu habilitacji działalność naukowa Ilony Kołodziejkiej dotyczyła możliwości racjonalnego wykorzystywania produktów ubocznych, głównie z przetwórstwa organizmów morskich – skór i kostnych elementów ryb oraz pancerzy skorupiaków, a także stosowania nietermicznych metod utrwalania żywności. W ramach pierwszego obszaru zajmowała się chemicznym i enzymatycznym modyfikowaniem białek i polisacharydów izolowanych z produktów ubocznych przemysłu żywnościowego oraz oceną możliwości ich wykorzystywania do wytwarzania biodegradowalnych materiałów opakowaniowych. W drugim obszarze prowadziła badania nad oceną możliwości wykorzystania działania wysokiego ciśnienia w ujemnych temperaturach jako metody utrwalania żywności.

W ostatnich latach Profesor Ilona Kołodziejska była zaangażowana w badania nad określeniem możliwości zastosowania nanocelulozy bakteryjnej jako materiału bioprotez w układzie krążenia. Zajmowała się też tematyką dotyczącą metod utrwalania mleka ludzkiego na potrzeby banków mleka kobiecego.

W dorobku naukowym Profesor Kołodziejskiej jest blisko 100 artykułów, szeroko cytowanych w światowej literaturze, które opublikowała wraz ze swymi współpracownikami, m.in. w *Food Chemistry*, *Food Hydrocolloids*, *European Food Research and Technology*, *Systematic and Applied Microbiology*. W ramach realizowanej tematyki 6 osób uzyskało pod Jej promotorstwem doktorat. Wiele inicjatyw badawczych zainicjowanych przez Panią Profesor kontynuują Jej wychowankowie i współpracownicy.

Bardzo dużo czasu i inwencji poświęciła Profesor Kołodziejska pracom dydaktycznym. W krytycznym okresie, gdy zabrakło w katedrze specjalisty z zakresu mikrobiologii, opanowała niezbędną wiedzę umożliwiającą Jej prowadzenie ćwiczeń i wykładów z mikrobiologii żywności.

Profesor Ilona Kołodziejska angażowała się też w działalność organizacyjną na rzecz Wydziału Chemicznego PG. Uczestniczyła w pracach związanych z akredytacją kierunku Biotechnologia prowadzoną przez Uniwersytecką Komisję Akredytacyjną oraz w pracach nad uzyskaniem przez Wydział Chemiczny PG praw akademickich w dziedzinie biotechnologii. Była kierownikiem kierunku dyplomowania *Technologia Utrwalania Żywności* na studiach magisterskich, kierunku *Technologia i Analiza Żywności* na studiach inżynierskich oraz kierunku *Technologia, Biotechnologia i Analiza Żywności* na studiach I i II stopnia. Brała udział w pracach dotyczących utworzenia Centrum Zaawansowanych Technologii „Pomorze”. Jej działalność wyróżniała się zawsze rzetelnością, prawością i sumiennością. Na wniosek Rady Wydziału Chemicznego PG została odznaczona Srebrnym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej oraz Złotym Medalem za Długoletnią Służbę oraz wieloma nagrodami naukowymi i dydaktycznymi Rektora PG.

Ilona Kołodziejska pozostanie w pamięci Jej licznych magistrantów, doktorantów i współpracowników katedry jako mądra Profesor oraz życzliwy i dobry człowiek. Była Szefem wyjątkowym, wymagającym lecz przychylnym, jednakowo zaangażowanym zarówno w duże, jak i małe sprawy, pokazującym, że rozwaga i skromność są kluczem do jednoczenia ludzi oraz owocnej współpracy.

Żegnamy Panią Profesor w smutku i zadumie.

*Koleżanki i Koledzy z Katedry Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności
Politechniki Gdańskiej*

ZAKŁAD HIGIENY I ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ ŻYWNOŚCI
Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW,



POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
ZARZĄD GŁÓWNY



SEKCJA BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOŚCI
KOMITETU NAUK O ŻYWNOŚCI I ŻYWIENIU PAN



Zapraszają na

II SYMPOZJUM NAUKOWE

z cyklu

Bezpieczeństwo Żywnościowe i Żywności
Kiry (k. Zakopanego), 24 – 26. 04. 2017 r.

Zgłoszenia oraz wszelkie zapytania prosimy kierować na adres:
sympozjumkiry@onet.pl

ZAKŁAD HIGIENY I ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ ŻYWNOSCI
Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW



oraz

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI
ZARZĄD GŁÓWNY



Zapraszają na

KROKUSOWE
VIII SYMPOZJUM NAUKOWE

„Probiotyki w żywności”

Kiry, 26 - 28 kwietnia 2017 r.

Kontakt:
dr inż. Aleksandra Szydłowska
Tel: (0 22) 593-70-79

Zgłoszenia prosimy przysyłać na adres:
e-mail: sympozjumprobiotyki2017@wp.pl

TECHNOLOG ŻYWNOSCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 26 Nr 6

grudzień 2016

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Zarząd Główny

Dnia 22 listopada 2016 r. na Wydziale Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu odbyło się Zebranie Zarządu Głównego PTTŻ X kadencji. Po otwarciu spotkania i przyjęciu jego porządku zatwierdzono sprawozdanie z zebrania ZG, które odbyło się w dniu 11.04.2016 r. Następnie przedstawiono sprawozdanie z działalności Prezydium ZG. W dalszej części przekazano informacje dotyczące stanu zaawansowania rejestracji statutu PTTŻ, działalności Oddziałów i Sekcji w bieżącym roku oraz Wydawnictwa Naukowego PTTŻ. Podjęto również dyskusję nad możliwościami ubiegania się Towarzystwa o dofinansowanie z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego – w ramach działalności upowszechniającej naukę – oraz z innych źródeł. Następnie przedstawiono plany dotyczące organizacji konferencji w roku 2017, w tym XXII Sesji Naukowej Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ. W dalszej części podano informację nt. Programu MOST oraz wyniki konkursu na najlepszą publikację w czasopiśmie ŻNTJ w 2015 r.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYKRAJOWE I KRAJOWE KONFERENCJE NAUKOWE W 2017 r.

Styczeń

- 23 - 24 TRZEBNICA = Konferencja Naukowa nt. „Bioaktywne związki pochodzenia naturalnego” połączona z Jubileuszem 50-lecia pracy naukowej prof. dra hab. Czesława Wawrzeńczyka**
Organizatorzy: Wydział Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej
Kontakt: bzipn2017@gmail.com
- 27 WARSZAWA = II Narodowy Kongres Żywieniowy nt. „Żywność i żywienie w prewencji i leczeniu chorób – postępy 2016”**
Organizatorzy: Instytut Żywności i Żywienia im. prof. dra med. Aleksandra Szczygła

Informacje: <http://www.kongres-zywieniowy.waw.pl/>

Kontakt: rbartnik@izz.waw.pl

Styczeń / Luty

- 31 - 3 CESENA, Włochy = International Conference on Food Innovation – FoodInnova 2017
Organizatorzy: Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Servizi Integrati d'Area, Knowledge Management for Food Innovation
Informacje: www.foodinnova.com
Kontakt: secretariate@foodinnova.com

Luty

- 20 - 21 BERLIN, Niemcy = 9th World Congress on Nutrition & Health
Informacje: health.nutritionalconference.com

Marzec

- 2 **SIEDLCE = II Ogólnopolska Konferencja Naukowa nt. „Żywność – zdrowie – technologia – dystrybucja”**
Organizatorzy: Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
Kontakt: zztd.2017@gmail.com
- 2 - 4 AMSTERDAM, Holandia = 4th International Conference on Nutrition and Growth (N&G)
Organizatorzy: Kenes International
Informacje: <http://2017.nutrition-growth.kenes.com/>
Tel: + 41 315280432 ext. 50
- 13 - 15 PRAGA, Czechy = 4th International Conference on Food Security and Nutrition (ICFSN 2017)
Informacje: <http://www.icfsn.org/>
Kontakt: icfsn@cbees.net
Tel.: +852-3500-0137 (Hong Kong); +1-206-456-6022 (USA);
+86-28-86528465 (China)
- 17 - 18 **ŁÓDŹ = VII Ogólnopolska Konferencja Dietetyki *Congressus Dietetica***
Organizatorzy: Polskie Stowarzyszenie Dietetyków w Łodzi, Fundacja Centrum Inicjatyw Zdrowotnych w Łodzi
Informacje: <http://www.psdiet.pl/>
Kontakt: konferencja@psdiet.pl

- 30 - 31 **PIEŠŤANY, Słowacja = XIV Scientific Conference with International Participation – “Food Safety and Control”**
Organizatorzy: Faculty of Biotechnology and Food Sciences of the Slovak University of Agriculture in Nitra, Department of Food Hygiene and Safety National Contact Point for Scientific and Technical Cooperation with EFSA - Ministry of Agriculture and Rural Development, Bratislava
Informacje: www.bezpecnostpotravin.sk
Kontakt: prof. Ing. Jozef Golian; e-mail: Jozef.Golian@uniag.sk
Tel.: +42137/6414 325

Kwiecień

- 22 **KRAKÓW = II Konferencja Naukowo-Szkoleniowa z cyklu „Żywienie dziecka wczoraj i dziś”**
Organizatorzy: Wydział Lekarski UJ CM, Fundacja Uniwersyteckiego Szpitala Dziecięcego w Krakowie „O zdrowie dziecka”, Centrum Edukacji i Poradnictwa Żywnościowego „Nutri Center”, Studenckie Koło Naukowe Dietetyki Pediatricznej
Informacje: <http://zywieniedziecka.eu/>
- 24 - 26 **KIRY k. ZAKOPANEGO = II Sympozjum Naukowe z cyklu „Bezpieczeństwo żywnościowe i żywności”**
Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Sekcja Bezpieczeństwa Żywności Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN
Kontakt: sympozjumkiry@onet.pl
Tel.: 22 593-70-75
- 26 - 28 **KIRY k. ZAKOPANEGO = Krokusowe VIII Sympozjum Naukowe z cyklu „Probiotyki w żywności”**
Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Polskie Towarzystwo Technologów Żywności
Kontakt: dr inż. A. Szydłowska; e-mail: sympozjumprobiotyki2017@wp.pl
Tel.: 22 593-70-79
- 26 - 28 **KRAKÓW = XIV Sesja Naukowa z cyklu „Wyzwania zarządzania jakością”**
Organizatorzy: Koło Naukowe Zarządzania Jakością przy Katedrze Zarządzania Jakością Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Polskie Towarzystwo Towaroznawcze
Informacje: <https://wzj2017.jimdo.com/>
Kontakt: konferencja.knzj@gmail.com

Maj**18 - 19 SZCZECIN = XXII Sesja Naukowa SMKN nt. „Żywność – dzisiaj i jutro” oraz VI International Session of Young Scientific Staff**

Organizatorzy: Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, Oddział Szczeciński Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ oraz Sekcja Chemii Żywności Polskiego Towarzystwa Chemicznego

Informacje: http://www.pttz.zut.edu.pl/konferencja_XXII/

Kontakt: dr inż. Agnieszka Strzelczak

e-mail: agstrzelczak@zut.edu.pl; Tel.: 91 440 65 36

Czerwiec**19 - 21 KRAKÓW - NIEPOŁOMICE = X Krajowa Jubileuszowa Konferencja Naukowa nt. „Zarządzanie jakością w przestrzeni organizacyjno-społecznej. Doświadczenia i perspektywy” oraz III International Scientific Conference „Quality Management in Organizational and Social Space. Experiences and Perspectives”**

Organizatorzy: Katedra Zarządzania Jakością Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie

Informacje: <http://nowa.uek.krakow.pl/files/common/wydzial-towaroznawstwa/katedra-zarzadzania-jakoscia/konferencja/Konferencja2017!KZJ.pdf>

Kontakt: mgr inż. Dominika Socha

e-mail: quality@uek.krakow.pl; Tel.: 12 293 55 83

19 - 22 POZNAŃ = 14th International Commodity Science Conference (IComSC) “Current Trends in Commodity Science”

Organizatorzy: Wydział Towaroznawstwa Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu

Informacje: <http://icomsc.ue.poznan.pl/>

Kontakt: dr Hanna Śmigielska

e-mail: hanna.smigielska@ue.poznan.pl; Tel.: 61 856 90 22

Lipiec**4 - 5 WROCŁAW = XLIII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu Polskiej Akademii Nauk nt. „Żywność dla przyszłości”**

Organizatorzy: Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN, Wydział Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Polskie Towarzystwo Technologów Żywności

Informacje: <http://wnoz.up.wroc.pl/pan>

Kontakt: pan@wnoz.up.wroc.pl

Tel.: 71 320-77-72; 71 320-77-81

- 24 - 26 VANCOUVER, Kanada = 2nd International Conference on Food Chemistry and Hydrocolloids
Informacje: foodchemistry.conferenceseries.com
Kontakt: foodchemistry@conferenceseries.net

Wrzesień

- 7 - 8 PUŁAWY = Międzynarodowa Konferencja Naukowa nt. „Spójność łańcucha żywnościowego – aspekty prawne i praktyczne”
Organizatorzy: Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy
Informacje: http://www.piwet.pulawy.pl/piwet7/index_b.php?strona=konfsymp1

Październik

- 4 - 5 LIZBONA, Portugalia = XV International Conference on Food Science and Biotechnology
Informacje: <http://waset.org/conference/2017/10/lisbon/ICFSB>
- 15 - 20 BUENOS AIRES, Argentyna = IUNS 21st ICN International Congress of Nutrition – “From Sciences to Nutrition Security”
Organizatorzy: The Sociedad Argentina de Nutrición (SAN), International Union of Nutritional Sciences
Informacje: <http://icn2017.com>
Kontakt: info@iuns-icn2017.com

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNOCI

Przy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, BUNGE POLSKA Sp. z o.o. Karczew, HORTIMEX Plus Spółka komandytowa Konin.**
Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o., Bielsko-Biała.**

Material zawarty w Nr 6(109)/2016 Biuletynu podano według stanu informacji do 15 grudnia 2016 r. Materiały do Nr 1(110)/2017 prosimy nadsyłać do 15 lutego 2017 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKATY

Informacje dla Autorów oraz wymagania redakcyjne publikujemy na nowej stronie internetowej <http://www.wydawnictwo.pttz.org>

Z uwagi na zakłócenia w działaniu dotychczasowej poczty elektronicznej Wydawnictwa uruchomiliśmy nowy adres e-mail: redakcja@pttz.org

SPIS TREŚCI
CZASOPISMA „ŻYWNOSĆ”
NR 104–109

Wykaz opublikowanych materiałów

Nr 104

Od Redakcji	3
EWELINA POGORZELSKA, JADWIGA HAMUŁKA, AGATA WAWRZYNIAK: Astaksantyna – budowa, właściwości i możliwości zastosowania w żywności funkcjonalnej	5
ELŻBIETA KLEWICKA, LIDIA LIPIŃSKA: Aktywność przeciwgrzybowa bakterii fermentacji mlekowej z rodzaju <i>Lactobacillus</i>	17
KATARZYNA SKRYPLONEK, MAŁGORZATA JASIŃSKA: Jakość fermentowanych napojów probiotycznych otrzymanych z mrożonej serwatki kwasowej i mleka w czasie chłodniczego przechowywania	32
JOANNA BARŁOWSKA, ZYGMUNT LITWIŃCZUK, PIOTR DOMARADZKI, ROBERT PASTUSZKA, ANNA WÓJCIK-SAGANEK: Wpływ sezonu na skład chemiczny i profil kwasów tłuszczowych mleka krowiego i koziego produkowanego w gospodarstwach ekologicznych	45
ANNA MILCZAREK, MARIA OSEK: Jakość mięsa świń rasy puławskiej żywionych mieszanką z udziałem bobiku niskotaninowego	57
ALDONA KAWĘCKA, EWA SOSIN-BZDUCHA, JACEK SIKORA: Ocena jakości tusz i mięsa jagniąt rodzimej owcy wrzosówki żywionych paszą z dodatkiem nasion lnu	68
BARBARA BIESIADA-DRZAZGA, DOROTA BANASZEWSKA, ANNA WERESZCZYŃSKA, ŁUKASZ OŁĘDZKI: Wpływ warunków przechowywania na wybrane cechy jaj pochodzących od kur rasy Zielononóżka kuropatwiana	79
MARIA SIELICKA, MARIA MAŁECKA: Znaczenie cech sensorycznych i fizykochemicznych w wyznaczaniu trwałości oleju lnianego tłoczonego na zimno	88
TOMASZ KRZYWIŃSKI, MAREK WIANECKI, GRZEGORZ TOKARCZYK, KATARZYNA FELISIAK, MARIUSZ SZYMCZAK: Wpływ dodatku mięsa z płoci na jakość i trwałość przekąsek mączno-rybnych	101
AGATA MARZEC, ARLETA MIESZKOWSKA, URSZULA STAŃCZYK: Wpływ czasu przechowywania w warunkach zamrażalniczych na teksturę chleba słonecznikowego z odroczonego wypieku	117
KATARZYNA MIKOŁAJCZYK-BATOR, DARIUSZ KIKUT-LIGAJ: Saponiny triterpenowe jako gorzkie składniki buraka ćwikłowego	128
KATARZYNA GAWEŁ-BĘBEN, KAMILA RYBCZYŃSKA, TOMASZ BUJAK, MONIKA KARAŚ, ANNA JAKUBCZYK, ZOFIA NIZIOŁ-ŁUKASZEWSKA: Wpływ rodzaju rozpuszczalnika na wybrane biologiczne właściwości ekstraktów z liści pietruszki zwyczajnej <i>Petroselinum crispum</i> (Mill)	142

IRENEUSZ OCHMIAN, ANTON YORDANOV, KAMILA MIJOWSKA, PIOTR CHEŁPIŃSKI: Wpływ przechowywania owoców persymony (<i>Diospyros kaki</i>) w warunkach <i>shelf life</i> na wybrane cechy fizyczne i skład chemiczny.....	155
IZABELA PORĘBSKA, BARBARA SOKOŁOWSKA, ŁUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM: Wpływ ditlenku węgla w stanie nadkrytycznym na kiełkowanie i inaktywację przetrwalników <i>Alicyclobacillus acidoterrestris</i>	167
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA ZŁOTKOWSKA: Chemia bionieorganiczna i bioorganiczna żywności	180
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	183
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	186
Twórcy polskiej nauki o żywności Prof. dr hab. inż. Zbigniew Śmietana (1942 – 2012).....	189
Z żałobnej karty Prof. dr hab. Barbara Szteke 1936-2015	192
Prof. dr hab. Zdzisław Targoński Doktorem Honoris Causa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu	196
Technolog Żywności	199

Nr 105

Od Redakcji	3
ANNA M. STACHNIUK, EMILIA FORNAL: Techniki ekstrakcyjne stosowane w oznaczaniu pozostałości pestycydów w żywności metodą LC-MS	5
EDYTA M. KUTYŁA-KUPIDURA, MAREK SIKORA, ANNA DOBOSZ, MAGDALENA KRYSZYJAN: Wpływ zastąpienia sacharozy alternatywnymi substancjami słodzącymi na właściwości produktów ciastkarskich.....	19
MARIUSZ FLOREK, PIOTR DOMARADZKI, ZYGMUNT LITWIŃCZUK: Teorie dotyczące naturalnych procesów kruszenia mięsa po uboju.....	34
ZOFIA SOKOŁOWICZ, JÓZEFA KRAWCZYK, MAGDALENA DYKIEL: Wpływ czasu przechowywania na jakość i właściwości funkcjonalne jaj od kur objętych w Polsce programem ochrony.....	49
KAROL MIŃKOWSKI, ARTUR KALINOWSKI, ANNA KRUPSKA: Wpływ wstępnej obróbki enzymatycznej nasion na parametry procesu tłoczenia i cechy jakościowe oleju lnianego	58
BEATA PASZCZYK, WALDEMAR BRANDT: Wpływ czasu przechowywania na zawartość CLA oraz izomerów trans C18:1 i C18:2 w jogurtach z mleka krowiego o znormalizowanej zawartości tłuszczu.....	71
GENOWEFA BONCZAR, HENRYK PUSTKOWIAK, JACEK DOMAGAŁA, DOROTA NAJGEBAUER-LEJKO, MAREK SADY, MARIA WALCZYCKA, MONIKA WSZOŁEK: Zawartość cholesterolu i profil kwasów tłuszczowych w śmietance i śmietanie z mleka trzech ras krów	81
BARBARA SIOŃEK, DANUTA KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA, HALINA GAWARSKA, JACEK POSTUPOLSKI: Przydatność technologiczna szczepu <i>Lactobacillus rhamnosus</i> K4 do produkcji probiotycznego soku warzywnego	95
GRZEGORZ FIUTAK, EWA HAJDUK, MAGDA FILIPCZAK-FIUTAK, RYSZARD MACURA, BOŻENA FIREK: Wpływ wybranych procesów termicznych na zachowanie właściwości przeciwutleniających homogenatów z owoców jagodowych	106
KLAUDIA KULIK, BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK: Ocena możliwości stosowania dozwolonych oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących kwasów tłuszczowych w odniesieniu do orzechów jadalnych.....	118

TOMASZ TARKO, DOROTA SEMIK, ALEKSANDRA DUDA-CHODAK, PAWEŁ SATORA, PAWEŁ SROKA: Przemiany związków polifenolowych w symulowanym przewodzie pokarmowym człowieka.....	132
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA ZŁOTKOWSKA: Chemia bionieorganiczna i bioorganiczna żywności	145
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	149
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	153
Z żałobnej karty Prof. dr hab. Marek Gogolewski 1933-2015.....	156
Z żałobnej karty Prof. dr hab. Mieczysław Jankiewicz 1933-2016.....	160
Z żałobnej karty Prof. dr hab. Roman Urban 1937-2016.....	163
I Sympozjum Naukowe z cyklu „Bezpieczeństwo żywnościowe i żywności”	166
VII Sympozjum Naukowe z cyklu „Probiotyki w żywności”	167
1 ST Meeting of Young Researchers from V4 Countries “Scientific Researches in Food Production”	168
6 th International Young Scientists Conference „Human – Nutrition – Environment”.....	169
Technolog Żywności	199

Nr 106

Od Redakcji	3
ALICJA ZACHARA, LESŁAW JUSZCZAK: Zanieczyszczenie żywności wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi – wymagania prawne i monitoring	5
ELIZA WOLSKA, MAGDALENA BONIECKA, MAŁGORZATA SZNITOWSKA: Superdezintegryanty – substancje pomocnicze w suplementach diety w postaci tabletek	21
PIOTR DOMARADZKI, ZYGMUNT LITWIŃCZUK, MARIUSZ FLOREK, ANNA LITWIŃCZUK: Zmiany właściwości fizykochemicznych i sensorycznych mięsa wołowego w zależności od warunków jego dojrzewania	35
JOLANTA CALIK: Ocena zawartości wybranych składników chemicznych w jajach kurzych w zależności od cyklu ich produkcji	54
KAROL MIŃKOWSKI, ARTUR KALINOWSKI, ANNA KRUPSKA: Wpływ enzymatycznej i hydrotermicznej obróbki nasion oraz dodatku przeciwutleniacza i witaminy E na stabilność oleju lnianego w czasie przechowywania.....	64
MAŁGORZATA MIZIELIŃSKA, PAULA JANKOWSKA, AGNIESZKA BIEŃ, ŁUKASZ ŁOPUSIEWICZ, ARTUR BARTKOWIAK: Ocena zdolności wybranych szczepów grzybów z gromady <i>Basidiomycota</i> do syntezy lipaz oraz esteraz	78
EWELINA ŁYSOŃ, WIOLETTA BIEL: Ocena składu chemicznego ziarna wybranych odmian żyta (<i>Secale cereale</i> L.) z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.....	91
GABRIELA ZIEĆ: Właściwości teksturalne miękiszu i jakość chlebów pszenno-owsianych	102
PAULINA BOGDAN, EDYTA KORDIALIK-BOGACKA: Aktywność przeciwutleniająca pów produkowanych z dodatkiem niesłodowanej komosy i amarantusa.....	118
ALINA KAŁUŻEWICZ, JOLANTA LISIECKA, MONIKA GAŚECKA, AGNIESZKA WAŚKIEWICZ, WŁODZIMIERZ KRZESIŃSKI, TOMASZ SPIŻEWSKI, BARBARA FRĄSZCZAK: Zmiany składu fenoli i tokoferoli w różach brokuła w trakcie krótkotrwałego przechowywania	127
MAŁGORZATA KOWALSKA, BARBARA GAJEWNİK, TERESA SUMIŃSKA, ANDRZEJ BARYGA: Parametry mikrobiologiczne i fizykochemiczne soku surowego z buraków cukrowych przed i po ozonowaniu	140
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA ZŁOTKOWSKA: Chemia bionieorganiczna i bioorganiczna żywności	153

GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	156
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	159
Twórcy polskiej nauki o żywności: Prof. dr hab. inż. Paweł Michał Pisulewski (1945 - 2009)	162
XXI Krajowa Konferencja Młodej Kadry Naukowej	165
Technolog Żywności.....	168

Nr 107

Od Redakcji	3
MAGDALENA GÓRSKA: Rola dystrofiny w kształtowaniu jakości mięsa <i>post mortem</i>	5
URSZULA ŚWIERCZEK, ALICJA BOROWIECKA, JOANNA FEDER-KUBIS: Struktura, właściwości i przykłady zastosowań syntetycznych substancji słodzących	15
MARZENA KOWALSKA, BARBARA SOKOŁOWSKA: Wykorzystanie bakteriofagów w łańcuchu żywnościowym	26
PIOTR DOMARADZKI, ZYGMUNT LITWIŃCZUK, ANNA LITWIŃCZUK, MARIUSZ FLOREK: Zmiany tekstury i właściwości sensorycznych wybranych mięśni szkieletowych różnych kategorii bydła rzeźnego w okresie 12-dniowego dojrzewania próżniowego	37
PIOTR SZYMAŃSKI, DANUTA KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA: Wpływ zastosowania <i>Staphylococcus carnosus</i> ATCC-51365 w procesie peklowania mięsa na wybrane cechy jakości modelowego produktu mięsnego	53
PIOTR ŻELAZOWSKI, MONIKA WSZOŁEK, MAGDA FILIPCZAK-FIUTAK: Jakość kumysu z mleka oślego	66
AGATA ZNAMIROWSKA, KATARZYNA SZAJNAR, MAŁGORZATA PAWŁOS, DOROTA KALICKA: Ocena możliwości zastosowania chelatu aminokwasowego magnezu do wzbogacania jogurtu	80
ALEKSANDRA CIOŁKOWSKA, WALDEMAR GUSTAW, KATARZYNA SKRZYPCZAK, BARTOSZ SOŁOWIEJ, ANETA SŁAWIŃSKA: Właściwości reologiczne modelowych napojów fermentowanych otrzymanych z wybranych preparatów białek serwatkowych z dodatkiem inuliny	92
KRZYSZTOF SURÓWKA, MAGDALENA RZEPKA, IRENEUSZ MACIEJASZEK, IWONA TESAROWICZ, AGNIESZKA ZAWIŚLAK, JOANNA BANAŚ: Jakość i bezpieczeństwo serków wędzonych wytwarzanych w regionie Podhala	102
KATARZYNA PARADOWSKA, MARTA CZERNIEJEWSKA, AGNIESZKA ZIELIŃSKA, JOANNA J. SAJKOWSKA-KOZIELEWICZ: Aktywność przeciwutleniająca ekstraktów z suszonych owoców Goji	115
ROBERT WITKOWICZ, ELŻBIETA PISULEWSKA, AGNIESZKA KIDACKA, BARBARA MICKOWSKA: Skład aminokwasowy oraz jakość białka ziarna żółto- i brązowoplewkowych form owsa siewnego (<i>Avena sativa</i>)	125
JOANNA DANIELCZUK, AURELIA G. HAŁASIŃSKA, SYLWIA SKĄPSKA: Opracowanie i walidacja sensorycznej metody skalowania z elementami QDA do oceny jakości produktów owocowych i warzywnych oraz sterowanie jakością otrzymywanych wyników	141
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA ZŁOTKOWSKA: Chemia bionieorganiczna i bioorganiczna żywności	158
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	162
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	166
Twórcy polskiej nauki o żywności: : Prof. dr hab. Jacek Kijowski (1948 - 2013)	169
Technolog Żywności	172

Nr 108

Od Redakcji	3
Z żałobnej karty: Prof. dr hab. inż. Mieczysław Pałasiński, dr h.c. 1924 - 2016	5
ALEKSANDRA SADOWSKA, ANNA DIOWKSZ: Właściwości transglutaminazy i jej rola w piekarstwie	9
KATARZYNA KAJAK-SIEMASZKO, KINGA BORUSZEWSKA, WIESŁAW PRZYBYLSKI: Modyfikacje genetyczne żywności pochodzenia zwierzęcego	18
MAREK ADAMSKI, JOANNA KUCHARSKA-GACA, JOANNA KUŹNIACKA, EMILIA KOWALSKA, RAFAŁ CZARNECKI: Wpływ wybranych czynników na wydajność rzeźną i jakość mięsa gęsiego	33
KRZYSZTOF KARPIESIUŁ, JANUSZ FALKOWSKI, BERNARD RAUBO, WOJCIECH KOZERA, DOROTA BUGNACKA: Wpływ systemu chowu i sposobu żywienia tuczników na ich wartość rzeźną i jakość mięsa	45
MONIKA WEREŃSKA-SUDNIK, IWONA CHEŁMECKA, JANINA WOŁOSZYN, ANDRZEJ OKRUSZEK, GABRIELA HARAF, AGNIESZKA ORKUSZ: Wpływ dodatku proszku z zielonej herbaty na jakość wyrobów podrobowych przechowywanych w warunkach chłodniczych	60
MAGDALENA A. OLSZEWSKA, ALEKSANDRA M. KOCOT, IWONA MOTUK, ŁUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM: Metoda barwienia fluorescencyjnego LIVE/DEAD BacLight™ w badaniach stanu fizjologicznego <i>Lactobacillus</i> spp.	72
ALEKSANDRA SZYDŁOWSKA, DANUTA KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA: Wpływ dodatku oligofruktozy na wybrane wyróżniki jakości probiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych	82
ANNA KONONIUK, ALEKSANDRA BOCIAN, MAŁGORZATA KARWOWSKA, TADEUSZ DRZAZGA: Białkowe markery gatunkowe jako potencjalne narzędzie molekularne do kontroli autentyczności produktów orkiszowych	95
MONIKA CIUBA, KINGA DZIADEK, EWELINA KUKIEŁKA, JAROSŁAW OCZKOWICZ, EWA PIĄTKOWSKA, TERESA LESZCZYŃSKA, ANETA KOPEĆ: Porównanie składu chemicznego i zawartości składników bioaktywnych wybranych odmian czosnku	107
EWA ŚNIEŻEK, MAGDALENA SZUMSKA, BEATA JANOSZKA: Ocena właściwości przeciwutleniających wybranych produktów roślinnych w aspekcie możliwości ich wykorzystania jako dodatków do żywności wysokobiałkowej poddawanej obróbce termicznej	116
ROBERT SOCHA, CELINA HABRYKA, LESŁAW JUSZCZAK: Wpływ dodatku propolisu na zawartość wybranych związków polifenolowych oraz aktywność przeciwutleniającą miodu	127
SEBASTIAN BIAŁOSKURSKI: Postrzeganie wybranych kryteriów innowacyjności produktów spożywczych przez konsumentów	140
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	154
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	157
DOROTA NAJGEBAUER-LEJKO: XII Konferencja Naukowa z cyklu: Żywność XXI wieku nt. „Żywność a innowacje”	159
Technolog Żywności	165

Nr 109

Od Redakcji	3
JOANNA GŁAZOWSKA, URSZULA STANKIEWICZ, ROBERT TYLINGO, AGNIESZKA BARTOSZEK: Kwasy nukleinowe w żywności występowanie i właściwości reologiczne	5

ŁUKASZ TOMCZYK, TOMASZ SZABLEWSKI, RENATA CEGIELSKA- RADZIEJEWSKA: Wartość odżywcza jaj konsumpcyjnych pozyskiwanych od kur niosek utrzymywanych w różnych systemach	20
ANNA STĘPIEŃ, TERESA WITCZAK, MARIUSZ WITCZAK, MIROSLAW GRZESIK, ŁUKASZ HAMRYSZAK: Właściwości skrobiowych estrów kwasów tłuszczowych	28
EWELINA STRĄK, MARIA BALCEREK: Słody jako źródło enzymów amylolitycznych w procesie enzymatycznej hydrolizy skrobi	41
BOHDAN ACHREMOWICZ, JOANNA KASZUBA, CZESŁAW PUCHAŁSKI, RAFAŁ WIŚNIEWSKI: Porównanie cech fizycznych i sensorycznych płatków zbożowych różnego pochodzenia	55
AGNIESZKA FILIPIAK-FLORKIEWICZ, ADAM FLORKIEWICZ: Wpływ obróbki hydrotermicznej na zawartość składników odżywczych i bioaktywnych kasz i ryżu.....	65
DOBRAWA KWAŚNIEWSKA, DARIA WIECZOREK: Ocena właściwości przeciwutleniających cydrów	80
GRAŻYNA JURGIEL-MAŁECKA, ANNA BUCHWAŁ: Charakterystyka składu chemicznego owoców porzeczki uprawianej w regionie Pomorza Zachodniego	90
MARTA CHMIEL, MIROSLAW SŁOWIŃSKI: Kształtowanie się barwy mięsa wołowego podczas trwania procesu „blooming”	102
ZYGMUNT USYDUS, JOANNA SZLINDER-RICHERT: Wpływ obróbki wstępnej na zawartość PCDD/F + dl-PCB w tkance mięśniowej łososia atlantyckiego (<i>Salmo salar</i>) i troci wędrowej (<i>Salmo trutta</i>)	113
GRZEGORZ S. KOSTELECKI, BEATA PIÓRECKA, PAWEŁ JAGIELSKI: Stan wdrożenia systemu HACCP w szpitalach województwa śląskiego	125
EWA CZARNIECKA-SKUBINA, JOANNA TRAFIAŁEK, DOROTA KOCON, MARLENA PIELAK: Wykorzystanie kucharek mikrofalowych do przygotowania potraw w polskich gospodarstwach domowych	140
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	152
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	156
Twórcy polskiej nauki o żywności: : Docent Marian Zięcik (1910 - 1994).....	160
Z żałobnej karty: Prof. dr hab. inż. Jan Kiszka, dr h.c. 1926 - 2016	163
Z żałobnej karty: Prof. dr hab. inż. Ilona Kołodziejska 1946 - 2016	166
Technolog Żywności	171

Spis treści czasopisma „Żywność” Nr 104 - 109.....	176
Wykaz nazwisk Autorów w 2016 roku.....	183
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2016 roku	185

WYKAZ NAZWISK AUTORÓW W 2016 ROKU

- Achremowicz B. 109/55*
Adamski M. 108/33
Balcerek M. 109/41
Banaszewska D. 104/79
Banaś J. 107/102
Barłowska J. 104/45
Bartkowiak A. 106/78
Bartoszek A. 109/5
Baryga A. 106/140
Białoskurski S. 108/140
Biel W. 106/91
Bień A. 106/78
Biesiada-Drzazga B. 104/79
Bocian A. 108/95
Bogdan P. 106/118
Bonczar G. 105/81
Boniecka M. 106/21
Borowiecka A. 107/15
Boruszewska K. 108/18
Brandt W. 105/71
Buchwał A. 109/90
Bugnacka D. 108/45
Bujak T. 104/142
Calik J. 106/54
Cegielska-Radziejewska R. 109/20
Chelmecka I. 108/60
Chelpiński P. 104/155
Chmiel M. 109/102
Ciołkowska A. 107/92
Ciuba M. 108/107
Czarnecki R. 108/33
Czarniecka-Skubina E. 109/140
Czerniejewska M. 107/115
Danielczuk J. 107/141
Diowski A. 108/9
Dobosz A. 105/19
Domagała J. 105/81
Domaradzki P. 104/45, 105/34, 106/35, 107/37
Drzazga T. 108/95
Duda-Chodak A. 105/132
Dykiel M. 105/49
Dziadek K. 108/107
Falkowski J. 108/45
Feder-Kubis Struktura J. 107/15
Felisiak K. 104/101
Filipczak-Fiutak M. 105/106, 107/66
Filipiak-Florkiewicz A. 109/64
Firek B. 105/106
Fiutak G. 105/106
Florek M. 105/34, 106/35, 107/37
Florkiewicz A. 109/64
Fornal E. 105/5
Frąszczak B. 106/127
Gajewnik B. 106/140
Gawarska H. 105/95
Gawel-Bęben K. 104/142
Gąsecka M. 106/127
Głazowska J. 109/5
Górska M. 107/5
Grzesik M. 109/28
Gustaw W. 107/92
Habryka C. 108/127
Hajduk E. 105/106
Halasińska A.G. 107/141
Hamryszak Ł. 109/28
Hamulka J. 104/5
Haraf G. 108/60
Jagielski P. 109/125
Jakubczyk A. 104/142
Jankowska P. 106/78
Janoszka B. 108/116
Jasińska M. 104/32
Jurgiel-Malecka G. 109/90
Juszczak L. 104/186, 105/153, 106/5, 106/159, 107/166, 108/127, 108/157, 109/156
Kajak-Siemaszko K. 108/18
Kalicka D. 107/80
Kalinowski A. 105/58, 106/64
Kalużewicz A. 106/127
Karaś M. 104/142
Karpiesiuk K. 108/45
Karwowska M. 108/95

- Kaszuba J. 109/55
Kawęcka A. 104/68
Kidacka A. 107/125
Kikut-Ligaj D. 104/128
Klewicka E. 104/17
Kocon D. 109/140
Kocot A.M. 108/72
Kołozyn-Krajewska D. 105/95, 107/53, 108/82
Kononiuk A. 108/95
Kopeć A. 108/107
Kordialik-Bogacka E. 106/118
Kostecki G.S. 109/125
Kostyra E. 104/180, 105/145, 106/153, 107/158
Kostyra H. 104/180, 105/145, 106/153, 107/158
Kowalska E. 108/33
Kowalska M. 106/140, 107/26
Kozera W. 108/45
Krawczyk J. 105/49
Krupska A. 105/58, 106/64
Krystyjan M. 105/19
Krzysiński W. 106/127
Krzywiński T. 104/101
Kucharska-Gaca J. 108/33
Kukielka E. 108/107
Kulik K. 105/118
Kutyla-Kupidura E.M. 105/19
Kuźniacka J. 108/33
Kwaśniewska D. 109/80
Leszczyńska T. 108/107
Lipińska L. 104/17
Lisiecka J. 106/127
Litwińczuk A. 106/35, 107/37
Litwińczuk Z. 104/45, 105/34, 106/35, 107/37
Łaniewska-Trokenheim Ł. 104/167, 108/72
Łopusiewicz Ł. 106/78
Łyson E. 106/91
Maciejaszek I. 107/102
Macura R. 105/106
Małecka M. 104/88
Marzec A. 104/117
Mickowska B. 107/125
Mieszkowska A. 104/117
Mijowska K. 104/155
Mikołajczyk-Bator K. 104/128
Milezarek A. 104/57
Mińkowski K. 105/58, 106/64
Mizelińska M. 106/78
Morkis G. 104/183, 105/149, 106/156, 107/162, 108/154, 109/152
Motuk I. 108/72
Najgebauer-Lejko D. 105/81, 108/159
Nizioł-Łukaszewska Z. 104/142
Ochmian I. 104/155
Oczkiewicz J. 108/107
Okruszek A. 108/60
Olędzki Ł. 104/79
Olszewska M.A. 108/72
Orkusz A. 108/60
Osek M. 104/57
Paradowska K. 107/115
Pastuszka R. 104/45
Paszczyk B. 105/71
Pawlos M. 107/80
Piątkowska E. 108/107
Pielak M. 109/140
Piórecka B. 109/125
Pisulewska E. 107/125
Pogorzelska E. 104/5
Porębska I. 104/167
Postupolski J. 105/95
Przybylski W. 108/18
Puchalski Cz. 109/55
Pustkowiak H. 105/81
Raubo B. 108/45
Rybczyńska K. 104/142
Rzepka M. 107/102
Sadowska A. 108/9
Sady M. 105/81
Sajkowska-Kozielewicz J.J. 107/115
Satora P. 105/132
Semik D. 105/132
Sielicka M. 104/88
Sikora J. 104/68
Sikora M. 105/19
Sionek B. 105/95
Skąpska S. 107/141
Skryplonek K. 104/32
Skrzypczak K. 107/92
Sławińska A. 107/92
Słowiński M. 109/102
Socha R. 108/127
Sokolowicz Z. 105/49
Sokolowska B. 104/167, 107/26
Sołowiej B. 107/92
Sosin-Bzducha E. 104/68

- Spizewski T.* 106/127
Sroka P. 105/132
Stachniuk A.M. 105/5
Stankiewicz U. 109/5
Stanczyk U. 104/117
Stępień A. 109/28
Strąk E. 109/41
Sumińska T. 106/140
Surówka K. 107/102
Szablewski T. 109/20
Szajnar K. 107/80
Szlinder-Richert J. 109/113
Sznitowska M. 106/21
Szumska M. 108/116
Szydłowska A. 108/82
Szymański P. 107/53
Szymczak M. 104/101
Śnieżek E. 108/116
Świerczek U. 107/15
Tarko T. 105/132
Tesarowicz I. 107/102
Tokarczyk G. 104/101
Tomczyk Ł. 109/20
Trafiątek J. 109/140
Tylingo R. 109/5
Usydus Z. 109/113
Walczycka M. 105/81
Waszkiewicz-Robak B. 105/118
Waškiewicz A. 106/127
Wawrzyniak A. 104/5
Wereńska-Sudnik M. 108/60
Wereszczyńska A. 104/79
Wianecki M. 104/101
Wieczorek D. 109/80
Wiśniewski R. 109/55
Witeczak M. 109/28
Witeczak T. 109/28
Witkiewicz R. 107/125
Wolska E. 106/21
Wołoszyn J. 108/60
Wójcik-Saganek A. 104/45
Wszolek M. 105/81, 107/66
Yordanov A. 104/155
Zachara A. 106/5
Zawiślak A. 107/102
Zielińska A. 107/115
Zięć G. 106/102
Złotkowska D. 104/180, 105/145, 106/153,
107/158
Znamirska A. 107/80
Żelazowski P. 107/66

WYKAZ NAZWISK RECENZENTÓW W 2016 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.

1. Prof. dr hab. Ewa Babicz-Zielińska, Akademia Morska w Gdyni
2. Prof. dr hab. Barbara Baraniak, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
3. Prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
4. Prof. dr hab. Barbara Biesiada-Drzazga, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy w Siedlcach
5. Prof. dr hab. Józef Błazewicz, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
6. Dr Sylwia Bonin, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
7. Prof. dr hab. Eulalia J. Borowska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
8. Dr hab. inż. Krzysztof Buksa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
9. Prof. dr hab. Alicja Ceglińska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
10. Dr hab. inż. Artur Ciemniak, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
11. Prof. dr hab. Ewa Cieślik, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
12. Prof. dr hab. Janusz Czapski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
13. Dr hab. Ewa Czarniecka-Skubina, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
14. Dr hab. inż. Jolanta Czarnocińska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
15. Prof. dr hab. Eugenia Czernyszewicz, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
16. Prof. dr hab. Anna Czubaszek, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
17. Dr inż. Romualda Danków-Kubisz, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
18. Prof. dr hab. Małgorzata Darewicz, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
19. Prof. dr hab. Tomasz Daszkiewicz, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
20. Prof. dr hab. Elżbieta Dłużewska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
21. Prof. dr hab. Zbigniew Dobrzański, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

22. Prof. dr hab. Zbigniew J. Dolatowski, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
23. Prof. dr hab. Jacek Domagała, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
24. Prof. dr hab. Małgorzata Dżugan, Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie
25. Prof. dr hab. Ewa Flaczyk, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
26. Dr hab. Mariusz Florek, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
27. Prof. dr hab. Zenon Foltynowicz, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
28. Prof. dr hab. Halina Gambuś, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
29. Prof. dr hab. Danuta Górecka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
30. Prof. dr hab. Anna Gramza-Michałowska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
31. Prof. dr hab. Krystyna Gutkowska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
32. Prof. dr hab. Małgorzata Jakubowska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
33. Prof. dr hab. Małgorzata Jasińska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
34. Prof. dr hab. Lesław Juszcak, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
35. Dr hab. Małgorzata Karwowska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
36. Prof. dr hab. Agnieszka Kita, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
37. Prof. dr hab. Maria Koćwin-Podsiadła, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy w Siedlcach
38. Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
39. Prof. dr hab. Jacek Kondratowicz, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
40. Prof. dr hab. Józef Korczak, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
41. Prof. dr hab. Henryk Kostyra, IRZiBŻ, Oddział Nauki o Żywności PAN w Olsztynie
42. Prof. dr hab. Grażyna Krasnowska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
43. Prof. dr hab. Kazimierz Lachowicz, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
44. Dr hab. Grzegorz Leśniewski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
45. Prof. dr hab. Grażyna Lewandowicz, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
46. Prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, Politechnika Łódzka w Łodzi
47. Prof. dr hab. Łucja Łaniewska-Trokenheim, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
48. Prof. dr hab. Katarzyna Majewska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
49. Dr hab. Agata Marzec, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
50. Prof. dr hab. Jan Michniewicz, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
51. Prof. dr hab. Jan Miciński, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
52. Prof. dr hab. Jacek Namieśnik, Politechnika Gdańska w Gdańsku

53. Prof. dr hab. Małgorzata Nogala-Kałużka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
54. Prof. dr hab. Anna Nowotna, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
55. Prof. dr hab. Wiktor Obuchowski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
56. Dr Agnieszka Olejnik-Schmidt, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
57. Prof. dr hab. Jan Oszmiański, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
58. Prof. dr hab. Irena Ozimek, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
59. Prof. dr hab. Irena Perucka, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
60. Dr hab. Dorota Piasecka-Kwiatkowska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
61. Prof. dr hab. Edward Pospiech, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
62. Prof. dr hab. Piotr Przybyłowski, Akademia Morska w Gdyni
63. Prof. dr hab. Daniela Rotkiewicz, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
64. Dr hab. Magdalena Rudzińska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
65. Prof. dr hab. Zbigniew Rzedzicki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
66. Prof. dr hab. Marek Sikora, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
67. Prof. dr hab. Tadeusz Sikora, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
68. Dr hab. inż. Jacek Słupski, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
69. Prof. dr hab. Maria Soral-Śmietana, IRZiBŻ, Oddział Nauki o Żywności PAN w Olsztynie
70. Prof. dr hab. Bogusław Staniewski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
71. Prof. dr hab. Izabela Steinka, Akademia Morska w Gdyni
72. Prof. dr hab. Krzysztof Surówka, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
73. Dr inż. Aneta Skaradzińska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
74. Prof. dr hab. Stefan Smoczyński, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
75. Prof. dr hab. Zofia Sokołowicz, Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie
76. Prof. dr hab. Tadeusz Szmańko, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
77. Dr hab. inż. Dominik Szwajgier, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
78. Dr hab. inż. Anna S. Tarczyńska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
79. Prof. dr hab. Tomasz Twardowski, Politechnika Łódzka w Łodzi
80. Prof. dr hab. Lidia Wądołowska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
81. Prof. dr hab. Bożena Waszkiewicz-Robak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
82. Prof. dr hab. Anna Wilczyńska, Akademia Morska w Gdyni
83. Prof. dr hab. Janina Wołoszyn, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
84. Prof. dr hab. Barbara Wójcik-Stopczyńska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
85. Dr hab. Małgorzata Wroniak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

-
86. Prof. dr hab. Barbara Wróblewska, IRZiBŻ, Oddział Nauki o Żywności PAN w Olsztynie
 87. Prof. dr hab. Monika Wszolek, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
 88. Prof. dr hab. Zygmunt Zander, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
 89. Prof. dr hab. inż. Małgorzata Ziarno, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
 90. Prof. dr hab. Tomasz Zięba, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

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

PREZES / ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. Agnieszka Kita Prezes PTTŻ	UP, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: 71 320 77 62; e-mail: agnieszka.kita@up.wroc.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Joanna Kawa-Rygielska Sekretarz PTTŻ	UP, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: 71 320 77 64; 71 320 52 04 e-mail: joanna.kawa-rygielska@wnoz.up.wroc.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Aleksandra Wilczyńska, Oddział Gdański	AM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 58 690 15 62; e-mail: a.wilczynska@wpit.am.gdynia.pl
Dr hab. inż. Małgorzata Karwowska Oddział Lubelski	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN; Tel.: 81 462 33 41; e-mail: malgorzata.karwowska@up.lublin.pl
Dr hab. inż. Joanna Leszczyńska Oddział Łódzki	PL, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ e-mail: joanna.leszczynska@p.lodz.pl
Prof. dr hab. Lesław Juszcak Oddział Małopolski	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel. 12 662 47 78; e-mail: rrjuszcz@cyf-kr.edu.pl
Dr inż. Janusz Pomianowski Oddział Olsztyński	UWM, Pl. Cieszyński 1, 10-957 OLSZTYN Tel.: 89 523 36 17; e-mail: Pomian@uwm.edu.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Małgorzata Dżugan Oddział Podkarpacki	UR w Rzeszowie, ul. M. Ćwiklińskiej 2, 35-601 RZESZÓW Tel. 17 872 16 19; e-mail: mdzugan@univ.rzeszow.pl
Dr hab. Izabela Dmytrow Oddział Szczeciński	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 SZCZECIN Tel.: 507 104 101; e-mail: izabela.dmytrow@gmail.com
Dr hab. inż. Ewa Jakubczyk Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 22 593 75 62; e-mail: ewa_jakubczyk@sggw.pl
Dr hab. Dorota Piasecka-Kwiatkowska Oddział Wielkopolski	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 61 848 73 47; e-mail: dorotapk@up.poznan.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Joanna Kawa-Rygielska Oddział Wrocławski	UP, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: 71 320 54 77; e-mail: pttz_ow@wnoz.up.wroc.pl
SEKCJE	
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	Politechnika Koszalińska, ul. Kwiatkowskiego 6e, 75-343 KOSZALIN Tel.: 609 807 618; e-mail: janjasienczyk@poczta.onet.pl
Dr inż. Arkadiusz Żych Technologii Mięsa	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 SZCZECIN Tel.: 91 449 66 00 wew. 6583; e-mail: arkadiusz.zych@zut.edu.pl
Dr hab. Magdalena Rudzińska Chemii i Technologii Tłuszczów	UP, Ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 61 848 72 76; e-mail: magdar@up.poznan.pl
Prof. dr hab. Antoni Gołachowski Technologii Węglowodanów	UP, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: 71 320 77 68; e-mail: antoni.golachowski@up.wroc.pl
Prof. dr hab. Piotr Gębczyński Chemii i Technologii Owoców i Warzyw	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW e-mail: rrgebczy@cyf-kr.edu.pl
Mgr inż. Monika Przeor Młodej Kadry Naukowej	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ e-mail: m.przeor@up.poznan.pl