



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 3 (112)

Kraków 2017

Rok 24

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. 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 Libudysz, 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 ŻYWNOSTI WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą czasopisma był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2017
Printed in Poland

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 „Akapić”, Kraków

Tel. 608 024 572

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

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy PTTŻ – kwartalnik

Nr 3 (112)

Kraków 2017

Rok 24

SPIS TREŚCI

Od Redakcji.....	3
ANNA ŻBIKOWSKA, MILENA KUPIEC, KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, MAŁGORZATA KOWALSKA: Oleozele – perspektywy ich wykorzystania w żywności	5
DOROTA KOWALSKA, ELIZA GRUCZYŃSKA, MAGDALENA MASZEWSKA: Procesy technologiczne i chemiczne odśluzowywania olejów roślinnych.....	14
JOANNA SZULC, KATARZYNA CZACZYK, GRAŻYNA GOZDECKA: Metody otrzymywania kiełków – od upraw domowych do produkcji przemysłowej	27
MAGDALENA MICHALCZYK, RYSZARD MACURA, GRZEGORZ FIUTAK: Wpływ warunków przechowywania na zawartość składników bioaktywnych w nieutrwalonych termicznie sokach owocowych i warzywnych	41
MAGDALENA GAJEWSKA, ANNA GŁOWACKA: Ocena zanieczyszczenia grzybami pleśniowymi suszonych ziół i przypraw dostępnych w sklepach ekologicznych i hipermarketach	51
ELWIRA WOROBIJ, MAŁGORZATA PIECYK, GRZEGORZ PERZYNA, JUSTYNA TUROS: Wpływ przetwarzania ziarniaków gryki i obróbki termicznej na składniki odżywcze	60
PIOTR JANISZEWSKI, KAROL BORZUTA, DARIUSZ LISIAK, EUGENIA GRZEŚKOWIAK, KRZYSZTOF POWAŁOWSKI, BEATA LISIAK, ŁUKASZ SAMARDAKIEWICZ: Jakość mięsa krów w poszczególnych klasach uformowania i otluszczenia tusz ocenianych według systemu EUROP ...	74
PRZEMYSŁAW KOWALCZEWSKI, GRAŻYNA LEWANDOWICZ, MICHAŁ PIĄTEK, MIROŚLAWA KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK, ANNA MAŁECKA, WOJCIECH BIAŁAS: Wpływ postaci dodatku bioaktywnych składników soku z ziemniaka na jakość pasztetów.....	84
PIOTR SZYMAŃSKI, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA, URSZULA SIEKIERKO, ANETA KERN-JĘDRYCHOWSKA: Efektywność bakterii <i>Staphylococcus carnosus</i> w redukcji azotanu(III) sodu w układzie modelowym	97
AGATA ZNAMIROWSKA, PRZEMYSŁAW ROŻEK, MAGDALENA BUNIEWSKA, DOROTA KALICKA: Dynamika fermentacji serwatki niskolaktazowej przez <i>Saccharomyces</i> <i>bayanus</i> (Bayanus G995) oraz jakość napojów serwatkowych	109
DOROTA MARTYSIAK-ŻUROWSKA, MAŁGORZATA PUTA, ANNA RODZIK, EDYTA MALINOWSKA-PAŃCZYK: Wpływ liofilizacji mleka ludzkiego na wybrane biologicznie aktywne składniki (witamina C, katalaza, lizozym), ogólną zdolność przeciwutleniającą oraz utlenianie lipidów	121
MILENA LIPIŃSKA, MARZENA TOMASZEWSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA: Analiza skali marnotrawstwa żywności i możliwości jej ograniczania na etapie transportu produktów mleczarskich z wykorzystaniem metody „muda”	129
AGNIESZKA KAWECKA, AGNIESZKA CHOLEWA-WÓJCIK: Jakość opakowania jako determinanta bezpieczeństwa żywności w kontekście wymagań społecznych konsumentów	138
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	156
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	160
XLIII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN.....	155
Z żałobnej karty: Prof. dr hab. Maciej Stanisław Fiedorowicz 1952 - 2017	168
Technolog Żywności.....	162

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) – quarterly

No 3 (112)

Kraków 2017

Vol. 24

CONTENTS

From the Editor	3
ANNA ŻBIKOWSKA, MILENA KUPIEC, KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, MAŁGORZATA KOWALSKA: Oleogels – perspectives on applying them to food	5
DOROTA KOWALSKA, ELIZA GRUCZYŃSKA, MAGDALENA MASZEWSKA: Technology and chemistry of vegetable oils water and acid degumming processes	14
JOANNA SZULC, KATARZYNA CZACZYK, GRAŻYNA GOZDECKA: Methods of sprouting - from growing at home to industrial production	27
MAGDALENA MICHALCZYK, RYSZARD MACURA, GRZEGORZ FIUTAK: Effect of storage conditions on the content of bioactive compounds of thermally non-preserved fruit and vegetable juices ..	41
MAGDALENA GAJEWSKA, ANNA GŁOWACKA: Assessing filamentous fungal contamination of dried herbs and spices available in retail health food stores and hypermarkets	51
ELWIRA WOROBIJ, MAŁGORZATA PIECYK, GRZEGORZ PERZYNA, JUSTYNA TUROS: Effect of processing and thermally treating buckwheat grains on nutrients	60
PIOTR JANISZEWSKI, KAROL BORZUTA, DARIUSZ LISIAK, EUGENIA GRZEŚKOWIAK, KRZYSZTOF POWAŁOWSKI, BEATA LISIAK, ŁUKASZ SAMARDAKIEWICZ: Quality of cow meat in individual conformation and fatness classes assessed using EUROP system	74
PRZEMYSŁAW KOWALCZEWSKI, GRAŻYNA LEWANDOWICZ, MICHAŁ PIĄTEK, MIROŚŁAWA KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK, ANNA MAŁECKA, WOJCIECH BIAŁAS: Bioactive components from potato juice as pâté additive and effect of its form on pâté quality	84
PIOTR SZYMAŃSKI, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA, URSZULA SIEKIERKO, ANETA KERN-JĘDRYCHOWSKA: Effectiveness of <i>Staphylococcus carnosus</i> bacteria in reducing sodium nitrate(III) in model system	97
AGATA ZNAMIROWSKA, PRZEMYSŁAW ROŻEK, MAGDALENA BUNIEWSKA, DOROTA KALICKA: Dynamics of fermenting low-lactose whey by <i>Saccharomyces bayanus</i> (Bayanus G995) and quality of whey beverages	109
DOROTA MARTYSIAK-ŻUROWSKA, MAŁGORZATA PUTA, ANNA RODZIK, EDYTA MALINOWSKA-PAŃCZYK: The effect of lyophilization on selected biologically active components (vitamin C, catalase, lysozyme), total antioxidant capacity and lipid oxidation in human milk	121
MILENA LIPIŃSKA, MARZENA TOMASZEWSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA: Analysis of magnitude of food waste and possibility to reduce it using "muda" method at the stage of transporting dairy products	129
AGNIESZKA KAWECKA, AGNIESZKA CHOLEWA-WÓJCIK: Packaging quality as determinant of food safety in the context of social requirements of consumers	138
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation	149
LESŁAW JUSZCZAK: Book reviews	151
XLIII Scientific Session of the Committee of Food and Nutrition Sciences of Polish Academy of Science	155
Contemporary Terms: Prof. Maciej Stanisław Fiedorowicz 1952 - 2017	158
The Food Technologist	162

Only reviewed papers are published

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

OD REDAKCJI

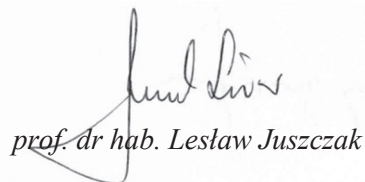
Szanowni Czytelnicy,

Przekazujemy Państwu nr 3 (112) czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, w którym publikujemy artykuły naukowe o zróżnicowanej tematyce, zawierające wyniki badań z krajowych ośrodków zajmujących się szeroko pojętą nauką o żywności. Zapraszamy również do lektury tzw. działów stałych, w których zamieściliśmy m.in. informacje o wybranych konferencjach współorganizowanych przez PTTŻ.

Zapraszamy Państwa do odwiedzania strony internetowej Wydawnictwa pod adresem: <http://wydawnictwo.pttz.org>

Kraków, wrzesień 2017 r.

Redaktor Naczelny



prof. dr hab. Lesław Juszcak

KOMUNIKAT

W roku 2017 Wydawnictwo Naukowe PTTŻ realizuje dwa zadania z zakresu upowszechniania publikacji naukowych, które ukazały się na łamach czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość:

1. Digitalizacja publikacji naukowych wydanych w czasopiśmie Żywność. Nauka. Technologia. Jakość w latach 1994 - 2003 w celu zapewnienia otwartego dostępu do nich przez sieć Internet.
2. Utworzenie na stronie internetowej czasopisma bazy danych, która będzie podstawą do wyszukiwania oraz zainstalowanie wyszukiwarki do przeglądu tych danych.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Oba zadania finansowane są w ramach umowy nr 727/P-DUN/2017 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

ANNA ŻBIKOWSKA, MILENA KUPIEC,
KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, MAŁGORZATA KOWALSKA

OLEOŻELE – PERSPEKTYWY ICH WYKORZYSTANIA W ŻYWNOSCI

Streszczenie

Celem pracy był przegląd danych literaturowych dotyczących tłuszczów strukturyzowanych różnymi żelifikatorami oraz przedstawienie możliwości wykorzystania oleożeli w produktach spożywczych. Technologia otrzymywania żeli lipidowych określana jest mianem oleożelacji. Jest to technika fizyczna niepozostawiająca odpadów. Organożele powstają w wyniku przemian zachodzących pod wpływem wysokiej temperatury. Żelifikatory są substancjami, które umożliwiają wytworzenie oleożeli z tłuszczów ciekłych. Dzięki swoim właściwościom żelującym strukturyzują one oleje roślinne lub rybne, które bardzo często mają korzystny żywieniowo profil kwasów tłuszczowych. W ten sposób uzyskują one delikatną strukturę ciała stałego. Modyfikowane celulozy (np. etyloceluloza) czy lipidy (np. monoacyloglicerole, воск carnauba i candelilla) są dozwolonymi substancjami dodatkowymi, które mogłyby być wykorzystane do wytwarzania jadalnych oleożeli. Według danych zawartych w literaturze naukowej perspektywy wykorzystania olejów strukturyzowanych w przemyśle spożywczym są obiecujące. W zależności od rodzaju frakcji lipidowej i substancji strukturyzujących, oleożele mogą znaleźć zastosowanie jako składniki tłuszczowe w różnych produktach spożywczych. Mogą być one np. alternatywą dla typowych tłuszczów stosowanych w produkcji wyrobów ciastkarskich czy cukierniczych i dzięki temu mogą stanowić prozdrowotną alternatywę dla tłuszczów bogatych w niepożądane żywieniowo nasycone kwasy tłuszczowe (KT) czy izomery *trans* KT. Ponadto obecność oleożeli w żywności, np. w czekoladach nadziewanych, mogłaby zapobiec procesowi migracji składników olejowych i zapewnić jej wysoką jakość i niezmiennosć w trakcie przechowywania.

Słowa kluczowe: oleożele, oleożelacja, monoacyloglicerol, etyloceluloza, воск carnauba, воск candelilla

Dr hab. inż. A. Żbikowska, prof. nadzw., mgr inż. M. Kupiec, dr inż. K. Marciniak-Łukasiak, Katedra Technologii Żywności, Wyd. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, dr hab. M. Kowalska, prof. nadzw., Katedra Chemii, Wyd. Materiałoznawstwa, Technologii i Wzornictwa, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu. Kontakt: anna_zbikowska@sggw.pl

Wprowadzenie

Tłuszcz jest jednym z podstawowych składników żywności, w której pełni wiele istotnych funkcji. Wpływa nie tylko na jej cechy fizyczne, ale także na jakość sensoryczną i żywieniową [24]. Do wytwarzania żywności stosowane są często tłuszcze naturalnie stałe lub modyfikowane, które zawierają głównie nasycone lub nienasycone kwasy tłuszczowe w konfiguracji *trans* [17, 39]. Ich obecność wpływa pozytywnie na teksturę tłuszczów, jednak nadmierne spożywanie izomerów *trans* sprzyja występowaniu m.in. chorób układu krążenia, w tym choroby wieńcowej czy zaburzeń metabolicznych [33, 37, 38].

Oleozelacja jest obiecującą alternatywą utwardzania olejów bogatych w nienasycone kwasy tłuszczowe. Umożliwia ona zmianę ich konsystencji i nadanie olejom roślinnym lub rybnym struktury właściwej tłuszczom stałym, bez obecności w ich składzie nasyconych kwasów tłuszczowych i izomerów w konfiguracji *trans*. Proces ten pozwala na ograniczenie spożycia wymienionych związków, zwiększając tym samym jakość żywieniową produktów spożywczych [24, 25]. Uzyskiwanie struktury żelu, przy udziale medium żelującego i dużych ilości jadalnych olejów roślinnych (zazwyczaj ok. 90 %), stwarza nowe możliwości wykorzystania tłuszczów ciekłych w przemyśle spożywczym [24].

Celem pracy było przeanalizowanie, na podstawie przeglądu danych literaturowych, możliwości wykorzystania w żywności oleożeli wytwarzanych przy udziale różnych substancji żelujących.

Wybrane substancje żelujące stosowane do wytworzenia oleożeli

Związki utrzymujące strukturę 3D oleożelu, opisane w literaturze naukowej, to m.in. etyloceluloza, monoacyloglicerole, воск candelilla [21] i воск carnauba [23]. Są one wymienione w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia [29] jako dozwolone substancje dodatkowe do żywności.

Pierwszy z wymienionych żelifikatorów – etyloceluloza (EC, ang. *ethylcellulose*) cechuje się dobrą rozpuszczalnością w olejach jadalnych [20], w których tworzy elastyczny żel [10]. EC jest syntetyzowana z celulozy i jako jej pochodna ma zdolność do bezpośredniego dyspergowania w ciekłym tłuszczu. Jest to proces termoodwracalny, w którym etyloceluloza przechodzi z zolu w żel. To unikalne zachowanie polega na zdolności tego polimeru do łączenia z innymi substancjami poprzez oddziaływania fizyczne. Na proces ten istotny wpływ mają parametry takie, jak: temperatura i ścinanie. Oddziaływania chemiczne powstające pomiędzy EC a olejem jadalnym, stanowiącym rozpuszczalnik, silnie wpływają na końcowe właściwości otrzymanego żelu [11].

Oleożele z etylocelulozą otrzymuje się najczęściej z olejów roślinnych w warunkach podwyższonej temperatury, a otrzymaną mieszaninę poddaje się procesowi chłó-

dzenia [12]. Właściwości mechaniczne powstałych struktur (np. twardość, elastyczność) zależą w dużej mierze od cech olejów zawartych w ich składzie. Stabilność mechaniczna żelu zwiększa się wraz ze wzrostem stopnia nienasycenia surowca tłuszczowego, np. oleożel zawierający olej rzepakowy, bogaty w kwas oleinowy (C18:1), jest znacznie bardziej miękki niż olej z siemienia lnianego, zawierający duże ilości kwasu linolenowego (C18:3). Jest to związane z różnicą gęstości obydwu surowców. W przypadku tworzenia oleożelu z oleju rzepakowego jako rozpuszczalnika organicznego i etylocelulozy, pierwszy etap procesu wytwarzania (ogrzewanie do temperatury np. 140 °C) prowadzi do zmian oksydacyjnych – wzrostu wartości liczby nadtlenkowej. Maksymalny czas ogrzewania mieszaniny to 15 do 20 min – zanim parametry jakościowe oleju świeżego zaczną ulegać pogorszeniu [15]. Etyloceluloza jest to jeden z najbardziej efektywnych polimerów oleożelujących, który może być wykorzystany w przemyśle spożywczym [11]. Jako substancja dodatkowa jest dozwolona do stosowania w żywności zgodnie z zasadą *quantum satis* [29].

Inną substancją żelującą są monoacyloglicerole (ang. *monoacylglycerols*, *mono-glycerides*, MAGs) zbudowane z pojedynczego łańcucha kwasu tłuszczowego połączonego wiązaniem estrowym z cząsteczką glicerolu [13]. Najczęściej występującymi kwasami tłuszczowymi w monoacyloglicerolach są kwas palmitynowy, składający się z szesnastu atomów węgla w cząsteczce (C16:0) lub dłuższy o dwa atomy węgla kwas stearynowy (C18:0) [8].

Oleozele zawierające monoacyloglicerole powstają jako emulsje wodno-olejowe lub jako bezwodne mieszaniny oleju z kryształami MAGs [8]. Pierwsze z wymienionych rodzajów otrzymuje się poprzez żelowanie olejów jadalnych przy użyciu roztworu monoacylogliceroli o małych stężeniach (ok. 4 %). Cząsteczki tłuszczu zostają ułożone między warstwami kryształów MAGs otoczonych fazą wodną [22]. Drugi rodzaj oleożeli monoacyloglicerolowych powstaje w wyniku reakcji termicznego zsięciowania cząsteczek oleju jadalnego w strukturę kryształów MAGs. Monoacyloglicerole po wprowadzeniu do cieczy organicznej uzyskują zdolność do samoorganizacji w dwuwarstwowe nanostruktury. Wraz ze wzrostem ich ilości grupują się one w postać mikroplatek. Proces ten prowadzi do tworzenia trójwymiarowej sieci, która ostatecznie unieruchamia olej [7].

Wśród lipidowych żelifikatorów stosowanych do produkcji organożeli należy wymienić także woski: carnauba i candelilla. Pierwszy z nich jest uzyskiwany z liści brazylijskiego drzewa palmowego carnauba (*Copernicia prunifera*). Po ich wysuszeniu i rozdrobnieniu przybiera postać pudru. Wosk carnauba stanowi mieszaninę różnych substancji, takich jak: wyższe alkohole, kwasy aromatyczne, parafina czy estry. Jednak estry, np. kwasu cytrynowego, są głównym składnikiem tego wosku, stanowiącym ok. 80 % jego składu [14].

Wosk carnauba jest amorficzny, stosunkowo twardy i ciężki, o przyjemnym zapachu. Jest rozpuszczalny w większości polarnych i organicznych rozpuszczalników. Liczba kwasowa wosku carnauba plasuje się w zakresie $2,9 \div 9,7$ mg KOH/g tego lipidu, jego liczba estrowa wynosi $39 \div 55$ mg KOH/g, natomiast temperatura topnienia zawiera się w granicach $78 \div 85$ °C [3]. W Polsce, podobnie jak i w Unii Europejskiej, jest on substancją dodatkową dozwoloną do stosowania w żywności o numerze E 903 (według systemu oznaczeń UE) [29]. Wosk carnauba zazwyczaj ma zastosowanie w przemyśle kosmetycznym lub spożywczym [3], w którym powszechnie stosowany jest do glazurowania np. orzechów, ziarna kawy czy świeżych owoców cytrusowych. Zgodnie z zaleceniami dopuszcza się jego stosowanie w ilości 200 mg/kg surowca [29].

Kolejny z wymienionych wosków – candelilla (CW) jest otrzymywany z liści krzewów *Euphorbia cerifera* i *Euphorbia antisiphilitica*, występujących w północnym Meksyku i na południowym zachodzie Stanów Zjednoczonych [28]. Jest on uznany przez Agencję Żywności i Leków (ang. *Food and Drug Administration*, FDA) za dodatek do żywności o właściwościach żelujących, tworzący oleożele wraz z olejami roślinnymi [32]. Zdolność do tworzenia żeli i kryształów cechująca ten wosk jest związana z obecnością n-alkanowej frakcji [9], głównie hentriakontanu $C_{31}H_{64}$ (75,9 %) i tritriakontanu $C_{33}H_{68}$ (9,9 %) [4]. Według Akoh i Min [3] liczba kwasowa wosku candelilla mieści się w granicach $12 \div 22$ mg KOH/g wosku, jego temperatura topnienia wynosi $66 \div 71$ °C, a liczba estrowa plasuje się w zakresie $65 \div 75$ mg KOH/g lipidu.

Według regulacji Unii Europejskiej woskowi candelilla przyporządkowano symbol E 902. Jest to dozwolona substancja dodatkowa glazurująca [29]. Może być stosowany w ilości *quantum satis* na powierzchni wyrobów cukierniczych, ciastkarskich z polewą czekoladową, sneksów, orzechów, wafli, ziaren kawy, suplementów diety, świeżych owoców (cytrusów, jabłek, melonów, gruszek, brzoskwiń i ananasów) [29].

Możliwości zastosowania oleożeli ze szczególnym uwzględnieniem przemysłu spożywczego

Marangoni i Garti [21] podkreślają wzrost zainteresowania naukowców tematyką oleożelowania. Cegla-Nemirovsky i wsp. [6] wskazali na ich możliwe zastosowanie w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, kosmetycznym i petrochemicznym.

W licznych anglojęzycznych pracach naukowych autorzy omawiają składniki, które mogą być wykorzystywane do produkcji olejów strukturyzowanych. Są to m.in. triacyloglicerole (TAGs), diacyloglicerole (DAGs), monoacyloglicerole (MAGs), kwasy tłuszczowe, woski, estry [16], a także mieszaniny lecytyny i stearynianu sorbitanu [26] czy wosk candelilla [32].

Pernetti i wsp. [26] twierdzą, że związki o charakterze emulgatorów o niskiej masie cząsteczkowej, mające zdolność do tworzenia sieci, stanowią obecnie najbardziej przyszłościowy dodatek do żywności. Ich użycie miałoby znaczący wpływ na wartość zdrowotną produktów żywnościowych. Jedno z możliwych zastosowań polegałoby na zredukowaniu potrzeby wykorzystania stałych tłuszczów bogatych w nasycone kwasy tłuszczowe i izomery *trans* kwasów tłuszczowych dzięki zminimalizowaniu migracji olejów jadalnych w wieloskładnikowych produktach żywnościowych [16]. Przykładem żywności, w której szczególnie ważne jest przeciwdziałanie wspomnianemu zjawisku, niekorzystnemu zarówno dla technologa żywności jak i konsumenta, są nadziewane wyroby czekoladowe. Według Zieglera i wsp. [36] migrujący w czekoladzie olej, pochodzący z nadzienia, działa jak rozpuszczalnik dla składników masła kakaowego. Przemieszczające się w kierunku powierzchni produktu cząsteczki tworzą na niej kryształy tłuszczu widoczne w postaci charakterystycznego nalotu. Powstałe tzw. kwiaty tłuszczowe są przyczyną niezadowolenia konsumentów. W celu utrzymania wysokiej jakości tego rodzaju wyrobów migracja składników musi zostać zahamowana, zarówno podczas dystrybucji, jak i przechowywania tego typu produktów cukierniczych. Wykorzystanie oleożeli do produkcji czekolad nadziewanych zapobiegałoby przemieszczaniu się frakcji olejowej, zwiększając pożądalność wymienionych wyrobów dla konsumentów, bez konieczności dodatku tłuszczów z nasyconymi kwasami tłuszczowymi [16]. Stortz i Marangoni [31] uważają, że etyloceluloza jest jedną z substancji żelujących, charakteryzujących się zdolnością do tworzenia sieci utrzymującej cząsteczki tłuszczu w czekoladzie nadziewanej lub w maśle orzechowym. Oprócz zdolności do hamowania migracji oleju, np. w pralinach, wymieniona substancja emulgująca wpływa również na zachowanie ich kształtu i zwiększa odporność na wyższą temperaturę (40 °C).

Oleozele monoacyloglicerolowe jako mieszaniny tworzące emulsję mogłyby zostać w szczególności wykorzystane do tworzenia kremowej konsystencji masła orzechowego [30]. W przemyśle ciastkarskim organozele wytworzone z udziałem wosków i olejów jadalnych mogłyby stanowić zamiennik tzw. szorteningów, zawierających w swoim składzie tłuszcze zwierzęce [34]. Jang i wsp. [18] potwierdzili pozytywny wpływ organożelu składającego się z wosku candelilla i oleju rzepakowego na jakość zdrowotną i sensoryczną otrzymanych ciastek. Cechowały się one pożądaną miękkością i smarownością, a także większą o 44,8 % zawartością nienasyconych kwasów tłuszczowych w porównaniu z wyrobami zawierającymi tradycyjne szorteningi.

Oleozele etylocelulozowe mogą być wykorzystywane do produkcji frankfurterek [35]. Ich rola w produktach mięsnych polegałaby na częściowym zastąpieniu tłuszczu wołowego, z którym łączy je podobieństwo wielkości cząsteczek tłuszczowych. Jimenez-Colmenero i wsp. [19] wykazali, że dodatek oleju rzepakowego w tradycyjnej postaci powoduje wzrost twardości i żujności frankfurterek. Jego wcześniejsza struktu-

ryzacja przy udziale etylocelulozy zapewnia otrzymanie produktów finalnych o cechach teksturalnych podobnych do typowych kielbas. Dzięki temu można uzyskać frankfurterki o mniejszej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych przy zachowaniu identycznych właściwości sensorycznych jak wyrób tradycyjny.

Inne zastosowania organożeli mogą polegać na stabilizacji emulsji w/o i kontrolowanym uwalnianiu substancji chemicznych, dla których stanowiłyby otoczkę [16]. Wymienione cechy mogłyby zostać użyte przy produkcji tabletek, a także w kosmetyce. Rehman i wsp. [25] wykazali możliwość wykorzystania oleju rybnego jako fazy tłuszczowej oleożelu, stanowiącego jeden ze składników tzw. podwójnych żeli. Autorzy wskazują na przydatność wymienionej mieszaniny w przemyśle farmaceutycznym. Z kolei według Rogersa i wsp. [28] oleożele mogłyby zwiększyć biodostępność wielu związków biologicznie czynnych, charakteryzujących się właściwościami hydrofobowymi. Jednym z nich jest karoten, który jako substancja rozpuszczalna w olejach jadalnych stałaby się lepiej przyswajalna dla organizmu [2]. Jako nośniki substancji funkcjonalnych i stabilizatory emulsji oleożele stanowią potencjalne składniki kremów nawilżających, środków barwiących skórę, balsamów czy pomadek do ust [6]. Ponadto organożele poprawiając stabilność produktu, miałyby bezpośredni wpływ na utrzymanie fabrycznego kształtu opakowania [10].

W przemyśle petrochemicznym wykorzystanie oleożeli wytworzonych na bazie związków żelujących i substancji łatwo zapalnych mogłoby znacząco ograniczyć ryzyko wycieku takich niebezpiecznych produktów [5]. Miałoby to bezpośredni wpływ na wzrost bezpieczeństwa ich przechowywania i transportu [1]. Organożele mogą być ponadto stosowane jako składniki środków służących do czyszczenia i konserwacji np. obrazów [10].

Podsumowanie

Organożele są to lipidy strukturyzowane otrzymywane metodą fizyczną w wyniku przemian zachodzących pod wpływem wysokiej temperatury. Do ich wytworzenia mogą być wykorzystane oleje roślinne lub rybne o korzystnym żywieniowo profilu kwasów tłuszczowych. W zależności od substancji wchodzących w skład oleożeli mogą być one wykorzystywane jako składniki tłuszczowe w różnych produktach spożywczych. Można więc przypuszczać, że jadalne oleje strukturyzowane w przyszłości znajdą różnorodne zastosowanie w przemyśle. Szeroka gama surowców, które można wykorzystać do ich wytwarzania umożliwia otrzymanie różnych mikrostruktur organożelowych. Emulsje olejowe mogą być alternatywą dla szorteningów stosowanych w produkcji wyrobów ciastkarskich czy cukierniczych. Uzyskuje się wiele korzyści, zwłaszcza zdrowotnych, w przypadku żywności, ale także może przyczynić się do zwiększenia asortymentu produktów spożywczych możliwych do transportu i przechowywania w mniej wymagających warunkach.

Literatura

- [1] Abdallah A.J., Weiss R.G.: N-Alkanes, gel n-alkanes and many other organic liquids. *Langmuir*, 2000, 16, 352-355.
- [2] Akinosho H.O., Wickerb L.: Stability of β -carotene loaded emulsions vary by viscosity of hydroxypropylmethylcellulose dispersions. *LWT-Food Sci. Technol.*, 2015, 63, 582-589.
- [3] Akoh C.C., Min D.B.: *Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology*. 3rd Ed. CRC Press, Boca Raton, USA, 2008, p. 102-109.
- [4] Alvarez-Mitre F.M., Morales-Rueda J.A., Dibildox-Alvarado E., Charó-Alonso M.A., Toro-Vazquez J.F.: Shearing as a variable to engineer the rheology of candelilla wax organogels. *Food Res. Int.*, 2012, 49, 580-587.
- [5] Bhattacharya S., Krishnan-Ghosh Y.: First report of phase selective gelation of oil from oil/water mixtures. Possible implication toward containing oil spills. *Chemical Communication*, 2001, 2, 185-186.
- [6] Cegla-Nemirovsky Y., Aserin A., Garti N.: Oleogels from glycerol - based lyotropic liquid crystals: Phase diagrams and structural characterization. *JAOCS*, 2015, 92, 439-447.
- [7] Chen C.H., van Damme I., Terentjev E.M.: Phase behaviour of C18 monoglycerides in hydrophobic solutions. *Soft Matter*, 2009, 5, 432-439.
- [8] Chen C.-H., Terentjev E.M.: Monoglycerides in oils. In: *Edible Oleogels: Structure and Health Implications*. Eds. A.G. Marangoni, N. Garti. AOCS Press, Urbana, Illinois, USA, 2011, pp. 173-202.
- [9] Chopin-Doroteo M., Morales-Rueda J.A., Dibildox-Alvarado E., Charó-Alonso M.A., de la Peña-Gil A., Toro-Vazquez J.F.: The effect of shearing in the thermo-mechanical properties of candelilla wax and candelilla wax – tripalmitin organogels. *Food Biophysics*, 2011, 6, 359-376.
- [10] Co E.D., Marangoni A.G.: Oleogels: Alternative edible oil-structuring method. *JAOCS*, 2012, 89 (5), 749-780.
- [11] Davidovich-Pinhas M., Barbut S., Marangoni A.G.: Development, characterization, and utilization of food-grade polymer oleogels. *Ann. Rev. Food Sci. Technol.*, 2016, 7, 65-91.
- [12] Dey T., Kim D.A., Marangoni A.G.: Ethylcellulose oleogels In: *Edible Oleogels: Structure and Health Implications*. Eds. A.G. Marangoni, N. Garti. AOCS Press, Urbana, Illinois, USA, 2011, pp. 295-312.
- [13] Eichmann T.O., Knittelfelder O.L.: Glycerolipids: Tri-, di-, and monoacylglycerols. In: *Encyclopedia of Lipidomics*. Ed. M.R. Wenk. Springer, Dordrecht, Netherlands, 2015, pp. 1-4.
- [14] Freitas C.A.S., Vieira I.G.P., Sousa P.H.M., Muniz C.R., da Costa Gonzaga M.L., Guedes M.I.F.: Carnauba wax p-methoxycinnamic diesters: Characterisation, antioxidant activity and simulated gastrointestinal digestion followed by in vitro bio-accessibility. *Food Chem.*, 2016, 196, 1293-1300.
- [15] Gravelle A.J., Barbut S., Marangoni A.G.: Ethylcellulose oleogels: Manufacturing considerations and effects of oil oxidation. *Food Res.*, 2012, 2, 578-583.
- [16] Hughes N.E., Marangoni A.G., Wright A.J., Rogers M.A., Rush J.W.: Potential food applications of edible oil organogels. *Trends Food Sci. Technol.*, 2009, 20, 470-480.
- [17] Hwang H.S., Singh M., Lee S.: Properties of cookies made with natural wax-vegetable oil organogels. *J. Food Sci.*, 2016, 81, 1045-1054.
- [18] Jang A., Bae W., Hwang H.S., Lee H.G., Lee S.: Evaluation of canola oil oleogels with candelilla wax as an alternative to shortening in baked goods. *Food Chem.*, 2015, 187, 525-529.
- [19] Jimenez-Colmenero F., Salcedo-Sandoval L., Bou R., Cofradesa S., Herrero A.M., Ruiz-Capillasa C.: Novel applications of oil-structuring methods as a strategy to improve the fat content of meat products. *Trends Food Sci. Technol.*, 2015, 44, 177-188.
- [20] Laredo T., Barbut S., Marangoni A.G.: Molecular interactions of polymer oleogelation. *Soft Matter*, 2011, 7, 2734-2743.
- [21] Marangoni A.G., Garti N.: An overview of the past, present, and the future of organogels. In: *Edible Oleogels: Structure and Health Implications*. Eds. A.G. Marangoni, N. Garti. AOCS Press, Urbana, Illinois, USA, 2011, pp. 1-17.
- [22] Marangoni A.G., Idziak S.H.J., Rush J.W.E.: Controlled release of food lipids using monoglyceride

- gel phases regulates lipid and insulin metabolism in humans. *Food Biophysics*, 2008, 3, 241-245.
- [23] Ögütçü M., Yılmaz E.: Oleogels of virgin olive oil with carnauba wax and monoglyceride as spreadable products. *Grasasy Aceites*, 2014, 65, 1-11.
- [24] Patel A.R., Dewettinck K.: Edible oil structuring: An overview and recent updates. *Food Funct.*, 2016, 7, 20-29.
- [25] Rehman K., Mohad Amin C.I.M., Zulfakar M.H.: Development and physical characterization of polymer-fish oil bigel (hydrogel/oleogel) system as a transdermal drug delivery vehicle. *J. Oleo. Sci.*, 2014, 63, 961-970.
- [26] Rogers M.A., Strober T., Bot A., Toro-Vazquez J.F., Stortz T., Marangoni A.G.: Edible oleogels in molecular gastronomy. *Int. J. Gastr. Food Sci.*, 2014, 2, 22-31.
- [27] Perneti M., Malssen K.F., Flöter E., Bot A.: Structuring of edible oils by alternatives to crystalline fat. *Curr. Opin. Colloid Inter. Sci.*, 2007, 12, 221-231.
- [28] Rogers M.A., Wright A.J., Marangoni A.G.: Engineering the oil binding capacity and crystallinity of self-assembled fibrillar networks of 12-hydroxystearic acid in edible oils. *Soft Matter*, 2008, 4, 1483-1490.
- [29] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. *Dz. U.* 2010 r. Nr 232, poz. 1525.
- [30] Si H., Cheong L.Z., Huang J., Wang X., Zhang H.: Physical properties of soybean oleogels and oil migration evaluation in model praline system. *JAOCS*, 2016, 93, 1075-1084.
- [31] Stortz T.A., Marangoni A.G.: Ethylcellulose solvent substitution method of preparing heat resistant chocolate. *Food Res. Int.*, 2013, 51, 797-803.
- [32] Toro-Vazquez J.F., Morales-Rueda J.A., Dibildox-Alvarado E., Charó-Alonso M.A., Alonso-Macías M., González-Chavez M.M.: Thermal and textural properties of organogels developed by candelilla wax in safflower oil. *JAOCS*, 2007, 84, 989-1000.
- [33] Wu J.H.Y., Zheng M., Catterall E., Downs S., Thomas B., Veerman L., Barendregt J.J.: Contribution of trans-fatty acid intake to coronary heart disease burden in Australia. *Nutrients*, 2017, 9, 1-9.
- [34] Yılmaz E., Ögütçü M.: The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. *Food Funct.*, 2015, 6, 1194-1204.
- [35] Zetzl A.K., Marangoni A.G., Barbut S.: Mechanical properties of ethylcellulose oleogels and their potential for saturated fat reduction in frankfurters. *Food Funct.*, 2012, 3, 327-337.
- [36] Ziegler G.R., Shetty A., Anantheswaran R.C.: Nut oil migration through chocolate. *Manufacturing Confectioner*, 2004, 84, 118-126.
- [37] Żbikowska A.: Formation and properties of trans fatty acids – A review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2010, 60, 107-114.
- [38] Żbikowska A., Rutkowska J.: Skład kwasów tłuszczowych a jakość i przydatność technologiczna tłuszczów do pieczenia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, 4 (59), 90-95.
- [39] Żbikowska A., Rutkowska J., Kowalska M.: Consumption safety of pastries, confectionery and potato products as related to fat content. *J. Am. Coll. Nutr.*, 2015, 34, 507-514.

OLEOGELS – PERSPECTIVES ON APPLYING THEM TO FOOD

S u m m a r y

The objective of the study was to review the reference literature dealing with the structured fats formed by different gelling agents and to present some possibilities of using oleogels in food products. The technology of structuring edible oils is known as oleogelation. It is a wasteless physical technique. Organogels are formed as a result of changes occurring at high temperatures. Gelators (gelling agents) are substances that make it possible to produce oleogels from liquid fats. Thanks to their gelling properties, they structure plant or fish oils that have, very often, a nutritionally beneficial profile of fatty acids. In this way they obtain the delicate structure of a solid body. Modified celluloses (ethyl cellulose) or lipids

(monoglycerides of fatty acids, carnauba and candelilla wax) are permitted food additives, which can be used to manufacture edible oleogels. According to the data in the scientific literature, the prospects for applying structured oils to food industry are promising. Depending on the type of lipid fraction and structuring substances, organogels can be used as fatty components in various food products. They can be, for example, a substitute for conventional fats used in the production of pastries and confectioneries, and, thus, they may become a health promoting alternative to fats rich in nutritionally undesirable saturated fatty acids (SFA) or *trans* SFA isomers. In addition, the presence of oleogels in food (e.g. in stuffed chocolates) may prevent the migration of oil components and ensure high quality and consistency thereof during storage.

Key words: oleogels, oleogelation, monoacylglycerol, ethyl cellulose, carnauba wax, candelilla wax ☒



Polskie Towarzystwo Technologów Żywności

we współpracy z

Katedrą Technologii Mięsa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

zapraszają na

V Międzynarodową Konferencję Naukową z cyklu:

“MEAT IN TECHNOLOGY AND HUMAN NUTRITION” –

“MEAT AS A FUNCTIONAL AND PRO-HEALTHY PART OF OUR DIET”

Tarnowo Podgórne k. Poznania, 27 – 29 czerwca 2018 r.

Główne sesje konferencji:

1. Produkcja mięsa w zmieniającym się świecie
2. Mięso – źródło bioaktywnych związków i jego funkcjonalne właściwości
3. Innowacje w nauce o mięsie i jego przetwarzaniu
4. Postęp w ocenie jakości mięsa, bezpieczeństwa zdrowotnego i autentyczności żywności

Zgłoszenie uczestnictwa i tytułu prezentacji – **do 15.01.2018 r.**

Informacje: www.up.poznan.pl/meat2018

Kontakt: dr inż. Mirosława Krzywdzińska-Bartkowiak

e-mail: meat2018@up.poznan.pl; tel. 61 848 72 54

DOROTA KOWALSKA, ELIZA GRUCZYŃSKA, MAGDALENA MASZEWSKA

PROCESY TECHNOLOGICZNE I CHEMICZNE ODŚLUZOWYWANIA OLEJÓW ROŚLINNYCH

Streszczenie

Do końca XIX wieku oleje roślinne nie były rafinowane, używano ich głównie do celów technicznych. Na skutek rozwoju i stosowania technologii ekstrakcyjnych w produkcji olejów surowych, metod katalitycznych w ich uwodornianiu (produkcja margaryny), jak również wymagań konsumentów dotyczących jakości olejów rafinacji stały się obecnie niemal obligatoryjne. Surowe oleje zawierają zmienne ilości zanieczyszczeń nieacyloglicerolowych (nietłuszczowych) określanych ogólnie jako „śluz” lub fosfolipidy oraz innych, takich jak: wolne kwasy tłuszczowe, metale, pigmenty, woski, węglowodory. Do grupy fosfolipidów należą kwasy fosfatydowy i lizofosfatydowy, ich sole z różnymi kationami oraz połączenia kwasu fosfatydowego z choliną, etanoloaminą i inozytolem. Śluzy mają szkodliwy wpływ m.in. na barwę oleju, zapach i pienienie, co powoduje, że powinny być usuwane w tzw. procesach odśluzowywania oleju. W niniejszej pracy dokonano przeglądu literatury dotyczącej wodnego i kwasowego odśluzowywania roślinnych olejów jadalnych będącego pierwszym etapem ich rafinacji. Omówiono podstawy technologii i interpretacji chemicznej stosowanych rozwiązań, tj. odśluzowań: wodnego, kwasowego, procesów „SOFT”, „TOP” oraz ich modyfikacji. Zwrócono szczególną uwagę na właściwości fizykochemiczne składników, mechanizmy molekularne oraz na zalety i wady stosowanych metod. Omówiono podstawy chemiczne uwadniania fosfatydylocholiny i fosfatydyloinozytolu, ograniczonego uwadniania fosfatydyloetanoloaminy i nieulegających hydratacji kwasu fosfatydylowego i jego soli z kationami wapnia, magnezu i żelaza. Omówiono chemiczne podstawy stosowania różnych kwasów i czynników chelatujących (EDTA) w procesach odśluzowywania.

Słowa kluczowe: oleje roślinne, fosfolipidy, odśluzowanie wodne i kwasowe, odśluzowanie SOFT i TOP

Wprowadzenie

Produkowane do końca XIX wieku oleje roślinne w większości nie były rafinowane, stosowano je głównie do celów technicznych [13]. W takich przypadkach przy

Dr D. Kowalska, dr hab. E. Gruczyńska, Katedra Chemii, dr M. Maszewska, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa. Kontakt: dorota_kowalska@sggw.pl

braku sprawdzonych i tanich metod głęboka rafinacja nie miała merytorycznego i ekonomicznego uzasadnienia. Ograniczano się zwykle do odfiltrowywania zanieczyszczeń stałych i wstępnego odwadniania. Jednakże niektóre z tak wytwarzanych olejów (z oliwek, pestek winogron, maku, orzechów) wykorzystywano jako oleje jadalne. Do tej pory funkcjonuje niewielki rynek olejów wytłaczanych „na zimno” z różnych nasion i owoców użytkowanych jako oleje jadalne [36, 49]. Niektóre z takich olejów w znacznej mierze ulegają samoistnej rafinacji ze względu na stosowanie dużych ilości wody wynikającej ze specyfiki technologii produkcji oleju surowego (oleje palmowy i oliwkowy) [17]. W takich układach łatwo uwadnianie pochodne kwasów fosfatydowych jako nierozpuszczalne w oleju przechodzą do później oddzielanej warstwy wodnej. Rozwój ekstrakcyjnych metod produkcji oraz stosowanie metod katalitycznych w przetwórstwie olejów (uwodornianie olejów, produkcja margaryny) i wymagania konsumentów spowodowały opracowywanie i wdrażanie technologiczne zaawansowanych metod odśluszowywania oleju surowego oraz odpowiedniej aparatury jako pierwszego etapu rafinacji [46]. Właściwie przeprowadzone odśluszowanie wpływa na dalsze etapy rafinacji i bezpieczeństwo zdrowotne oleju [37].

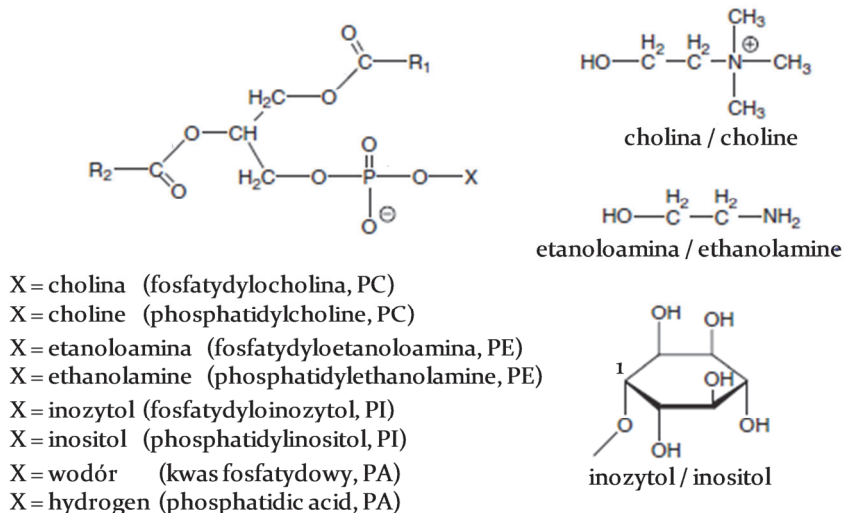
Skład jakościowy i ilościowy niepożądanych składników oleju zależy od jego rodzaju i technologii produkcji. Olej canola (kanadyjski olej rzepakowy – aktualnie produkowany z genetycznie zmodyfikowanych nasion *Brassica napus* L. i w mniejszej ilości z *Brassica rapa* L.) [23], o zawartości związanego kwasu erukowego $< 0,1\%$ i glukozyzolanów $< 8,5\ \mu\text{M/g}$ w nasionach, zawiera takie mniejszościowe składniki, jak: wolne kwasy tłuszczowe (WKT), monoacyloglicerole (MAG), fosfolipidy, fitosterole, polifenole, triterpeny, tokoferole i tokotrienole, karoteny, chlorofile, pigmenty, węglowodany, białka, metale i metaloidy, woski, pozostałości pestycydów. Surowe oleje roślinne zawierają większość wymienionych składników, jak również inne specyficzne dla danego oleju związki chemiczne, np. chloroorganiczne czy związki zawierające siarkę [30, 40]. Obszerne informacje dotyczące niepożądanych składników oleju rzepakowego ze szczególnym uwzględnieniem fosfolipidów podają Ambrosewicz-Walacik i wsp. [1, 2]. Podobnie szeroko charakteryzowany jest olej z otrąb ryżowych [7], w przypadku którego podano ostatnio wyniki procedury optymalizacyjnej procesu odśluszowywania wodnego [20].

Celem przedstawionej pracy było dokonanie przeglądu literatury dotyczącej chemicznego odśluszowywania roślinnych olejów jadalnych jako pierwszego etapu w procesach ich rafinacji. Szczególną uwagę zwrócono na aspekty fizykochemiczne stosowanych rozwiązań technologicznych.

Organiczne związki fosforu – główne składniki śluzu surowych olejów roślinnych

Kwasy fosfatydowe (PA), ich sole oraz organiczne pochodne PA, w szczególności glicerofosfolipidy (rys. 1), a także związki białkowe i węglowodanowe tworzą tzw.

śluzu (ang. *gums*) usuwane z surowego oleju roślinnego w toku jego rafinacji. Operacje te stanowią zwykle pierwszy etap procesów rafinacyjnych.



Rys. 1. Struktura chemiczna fosfatydów i kwasu fosfatydowego

Fig. 1. Chemical structures of phosphatides and phosphatidic acid

Opracowano na podstawie / Based on: [15]

Wybór metody odśluzowywania oleju surowego zależy od ilościowej zawartości w nim fosfolipidów i kwasów tłuszczowych (WKT), od warunków techniczno-ekonomicznych (aparatura, instalacje, koszt surowca, straty oleju), przeznaczenia odśluzowanego produktu i rodzaju rafinacji (chemiczna lub fizyczna).

Dijkstra [13, 16] podaje zawartość WKT w popularnych olejach ([%] w przeliczeniu na kwas oleinowy): palmowym – $3 \div 4,5$, laurynowym – $4,7 \div 6,0$, rzepakowym (canola) – $0,5 \div 1,0$, słonecznikowym – $0,8 \div 2,5$, sojowym – $0,5 \div 1,8$. W tab. 1. przedstawiono przykładowe zawartości fosforu w olejach roślinnych.

Analityczno-technologiczna kontrola zawartości fosfolipidów (PL) w surowcu i w produktach odśluzowania polegała na oznaczaniu fosforu (P) metodami znormalizowanymi (AOCS Ca 12-55, 1997 [3]; PN-A-86930:1988 [35] – obecnie PN-ISO 10540-1:2005) i obliczaniu fosfolipidów z wykorzystaniem tzw. współczynników przeliczeniowych [5, 15, 22, 42]. Wartości tych współczynników obliczanych ze stosunku mas molowych danego fosfolipidu i fosforu wynoszą zwykle $23 \div 26$. Wiedząc, że zawartość P wynosi np. 200 mg/kg, można obliczyć stężenie PL jako $c = 25 \times 200 \times 100/1000000 = 0,5 \%$ [15]. Obecnie stosuje się zwykle metody bezpośredniego oznaczania fosfolipidów: HPLC, [4, 33] chromatografię cienkowarstwową TLC

i 2-wymiarową TLC (2-D-TLC) [12, 29], spektrometrię UV [43], MIR [44], ^{31}P NMR [25, 26].

Tabela 1. Zawartość fosforu (P) w olejach roślinnych przed odślusowaniem
Table 1. Content of phosphorus (P) in vegetable oils before degumming

Olej / Oil	P [mg/kg]	Lit. / Ref.
Palmowy / Palm	15 ÷ 110	[13, 16, 22]
Laurynowy / Lauric	15 ÷ 110	
RSO	300 ÷ 600, 200 ÷ 900	
SFO	600 ÷ 800	
SBO	900 ÷ 1100, 850 ÷ 1200	
RSO wytłaczany / Pressed RSO	156,4 ± 6,2	[52]
RSO ekstrahowany / Extracted RSO	863,6 ± 9,3	
SFO wytłaczany / Pressed SFO	95,7 ± 4,3	
SFO ekstrahowany / Extracted SFO	293,5 ± 7,8	
RSO (CP)	6,2 ÷ 8,9	[1]
RSO (HP)	152,0 ÷ 209,9	
RSO ekstrahowany eterem naftowym Extracted RSO with petroleum ether	352,3 ÷ 677,3	
RSO ekstrahowana śrutą / Sharps extracted RSO	1136,6 ÷ 1445,2	
RSO ekstrahowany $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ / Extracted RSO with $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	2237,9	
RSO wytłaczany / Pressed RSO	291,2 ± 1,62	[43]
RSO ekstrahowany, rozpuszczalnik odparowany Extracted RSO, solvent evaporated	500,0 ± 4,48	
RSO ekstrahowany, lecytyna usunięta Extracted RSO, lecithin removed	314,8 ± 2,37	
RSO rafinowany / Refined RSO	2,04 ± 0,02	

Objaśnienia / Explanatory notes:

RSO – olej rzepakowy / rapeseed oil; SFO – olej słonecznikowy / sunflower oil; SBO – olej sojowy / soybean oil.

Głównymi składnikami śluzów zawierającymi fosfor są kwas fosfatydowy i jego sole PACa, PAMg, PAFe oraz połączenia PA z choliną, etanoloaminą, inozytolem i innymi tworzące odpowiednio fosfatydylocholinę (PC), fosfatydyloetanoloaminę (PE), fosfatydyloinozytol (PI) – rys. 1. Dystrybucja tych fosfolipidów jest charakterystyczna dla danego rodzaju oleju. W olejach sojowych jest ona bliska relacji PC : PI : PE : PA = 47 : 24 : 20 : 9, a w olejach rzepakowych te stosunki wynoszą: 27 : 17 : 17 : 39 [22]. Wymienione fosfolipidy dzielą się na dwie grupy: ulegające hydratacji HP (PC i PI) i te, które hydratacji nie ulegają NHP (PA, PACa, PAMg, PAFe). PE zalicza-

na zwykle do grupy NHP może ulegać hydratacji w przypadku układów zdecydowanie alkalicznych lub kwaśnych [2, 16].

Odśluzowania: wodne i kwasowe

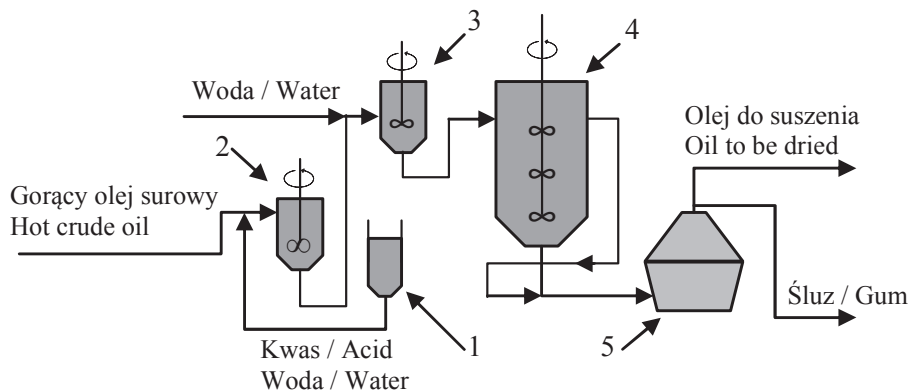
W badaniach nad odśluzowywaniem roślinnych olejów jadalnych jako pionierskie wymieniane są prace dotyczące chemicznego (wodnego i kwasowego) odśluzowywania oleju sojowego [27] oraz oleju rzepakowego [19]. W pracach tych podano wyniki odśluzowania badanych olejów w procedurach stosowania różnych związków chemicznych (kwasów nieorganicznych i organicznych, bezwodników kwasowych, soli).

Odśluzowywanie wodne polega na dodaniu do podgrzanego oleju surowego ciepłej wody, wymieszaniu i otrzymaniu układu heterofazowego (emulsji lub warstw – wodna/olejowa). W warstwie wodnej, ze względu na konsystencję nazywanej szlamem, rozpuszczają się ulegające hydratacji składniki śluzu. W warstwie olejowej pozostają składniki rozpuszczalne w oleju, praktycznie nierozpuszczalne w wodzie. Odśluzowywanie wodne jest najstarszą formą wydzielania z oleju śluzów i nadal stanowi materiałową podstawę produkcji tzw. lecytyny handlowej [34, 47, 50]. Termin lecytyna handlowa jest celowo używany dla odróżnienia tego komercyjnego produktu od fosfatydylocholiny zwyczajowo nazywanej lecytiną. Lecytyna jest wyjątkowo cennym środkiem emulgacyjnym i dyspersyjnym. Znalazła szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i chemicznym. Właściwości i technologie wytwarzanych lecytyń były już przedmiotem zainteresowania badaczy [47, 50]. Procesy otrzymywania i właściwości indywidualnych związków glicerofosfatydowych są szeroko dyskutowane w przeglądowym artykule Gibellini i Smitha [24]. Budowa cząsteczek choliny, etanoloaminy, inozytolu i kwasu fosfatydowego (rys. 1) bądź lizofosfatydowego (LPA – kwas fosfatydowy po hydrolitycznym odszczepieniu jednej grupy acylowej np. z pozycji *sn*-2) oraz cząsteczek odpowiednich glicerofosfolipidów (PC, PE, PI, PA, LPA) wskazuje na różnice w powinowactwie chemicznym tych związków w stosunku do H₂O.

Kwas PA zawiera w cząsteczce grupy hydroksylowe, które wykazują wysokie powinowactwo w stosunku do jonów Ca²⁺, Mg²⁺. Powstające sole wapnia i magnezu są stabilne i zaliczane do grupy tzw. fosfatydów nieulegających hydratacji (NHP). Są nierozpuszczalne w wodzie i dobrze rozpuszczalne w oleju. Kwas PA w środowisku o pH bliskim 7 ulega dysocjacji i w reakcji z jonami metali alkalicznych (Na⁺, K⁺) tworzy ulegające hydratacji sole. W środowisku o pH < 7 zdolność do dysocjacji tego kwasu zmniejsza się i obniża się jego podatność na hydratację. Kwas LPA łatwiej ulega hydratacji niż PA aczkolwiek jego uwodnienie w warunkach odśluzowania wodnego nie jest wystarczające, aby w całości przeszedł do fazy wodnej. Sole wapniowe i magnezowe LPA są bardziej hydrofilowe niż analogiczne sole PA [16, 17]. Przeprowadzane analizy [18] frakcji NHP wykazywały obecność LPA i jego soli Ca i Mg, co

wskazuje, że we wcześniejszym odśluzowaniu hydratacja nie objęła całości soli LPA. Fosfatydylocholina zawiera w cząsteczce czwartorzędową grupę aminową, która jest obdarzona ładunkiem dodatnim. Dodatkowo stabilizowana jest poprzez objętościowy efekt steryczny grup $-CH_3$, co zabezpiecza przed utworzeniem tzw. soli wewnętrznej (wiązanie z elektroujemną częścią grupy fosfatydowej). Powoduje to, że PC jest uwadniana niezależnie od pH środowiska. Podobnie fosfatydyloinozytol zawierający 5 grup $-OH$ jest hydrofilowy niezależnie od pH. Cząsteczka etanoloaminy nie ma ładunku. Po estryfikacji PA atom azotu etanoloaminy zyskuje ładunek dodatni i układ jest zdolny do utworzenia „soli wewnętrznej” (wiązanie z drugą grupą $-OH$ w części fosforanowej fosfatydyloetanoloaminy) z charakterystycznym sześciokątnym pierścieniem. Powoduje to, że fosfatydyloetanoloamina jest słabo uwadniana w środowisku o pH bliskim 7. W środowiskach o $pH < 3$ i o $pH > 9$ PE jest w pełni uwadniana. W praktyce technologicznej interpretacja różnic ze względu na efektywność uwadniania fosfolipidów wynika z kinetyki procesów. W publikacjach podawane są względne wartości szybkości hydratacji różnych fosfolipidów w skali od 100 (fosfatydylocholina) do 0,6 (sól Ca kwasu PA) [17, 51]. Przedstawiono ranking szybkości uwadniania fosfolipidów, według którego szybkość ich uwadniania maleje w kolejności: $PC > PI > PICA > PE > PA > PECA$ [51].

Odśluzowywanie kwasowe stosuje się do olejów o małej zawartości fosfolipidów (< 20 mg/kg), np. oleju z oliwek, palmowego i z ziarna orzecha palmowego bądź do olejów poddanych uprzednio odśluzowaniu wodnemu, w których zawartość fosforu wynosi poniżej 200 mg/kg. Chemiczną podstawą procesu jest działanie na zawarte w oleju sole wapnia, magnezu i żelaza(II) kwasów PA i LPA (składniki frakcji NHP) kwasem mocniejszym niż PA. Najczęściej stosowany jest kwas H_3PO_4 o stężeniu 50 - 85 %. Ilość kwasu fosforowego dobiera się tak, aby z obecną i dodawaną wodą stanowił $0,1 \div 0,2$ % [50]. W zależności od zawartości fosforu odśluzowywanie przeprowadzane jest jednostopniowo lub dwustopniowo. W badaniach nad głębokim odszlamianiem oleju rzepakowego stwierdzono, że proces dwustopniowy jest bardziej efektywny i pozwala na otrzymanie oleju o zawartości < 20 mg/kg fosforu [48]. Uproszczony schemat procesowy odśluzowywania wodnego i kwasowego przedstawiono na rys. 2. Odśluzowania te można w zasadzie prowadzić w tym samym zestawie aparaturowym, co pozytywnie wpływa na koszty i prostotę technologii przy jej wysokiej efektywności. Jak w większości takich technologii należy brać pod uwagę „odповідь” środowiska naturalnego.



Objaśnienia / Explanatory notes:

1 – zbiornik wody lub kwasu / tank with water or acid; 2, 3 – mieszadła / mixers; 4 – reaktor / reactor; 5 – wirówka / separator

Rys. 2. Uproszczony schemat odśluzowania wodnego lub kwasowego

Fig. 2. Simplified flow-chart of water or acid degumming

Próby wykorzystania innych kwasów niż fosforowy do odśluzowywania olejów roślinnych zakończyły się umiarkowanym powodzeniem. W próbach laboratoryjnych z 54 różnymi reagentami (kwasami organicznymi i ich bezwodnikami oraz solami, kwasami nieorganicznymi i ich solami, skrobią, aminokwasami i białkami), zadowalające wyniki uzyskano w przypadku kwasów: HCl, cytrynowego, jabłkowego, winowego i bezwodnika kwasu maleinowego (BKM) [27]. BKM jest toksyczny i nie może być wykorzystywany w odśluzowywaniu olejów produkowanych do celów spożywczych. Kwas cytrynowy, winowy i jabłkowy są stosowane w niskotonażowych procesach odśluzowywania olejów jadalnych, jednak ich stosowanie ograniczają koszty.

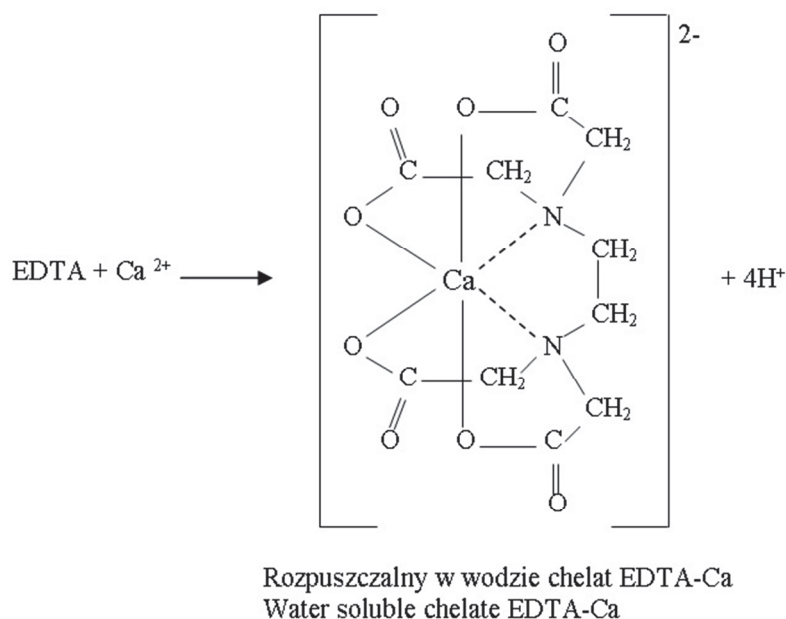
Kwas HCl jest efektywny w odśluzowywaniu, ale powoduje nawet większe problemy technologiczne niż kwas fosforowy (korozja aparatury, ścieki) [19, 32, 50]. Dodatkowo wprowadzanie jonów chlorkowych do oleju skutkuje powstawaniem chloropochodnych propanodioli i propanoli w procesach odwaniania oleju finalnego [28].

Używanie innych związków chemicznych do odśluzowania surowych olejów jest ograniczone odpowiednimi przepisami dotyczącymi kontaktu związków chemicznych z żywnością. Obecnie większość opracowywanych, poza przemysłem spożywczym, technologii odśluzowywania z użyciem różnych kwasów, etanoloamin i roztworów elektrolitów [21, 53] dotyczy produkcji biopaliw pierwszej generacji.

Odśluzowania z użyciem EDTA „SOFT” i „TOP”

Odśluzowanie *SOFT*

W procesie *SOFT* substancje z grupy NHP (głównie sole PA z Ca, Mg i Fe) są chemicznie rozkładane przez mieszanie ($20 \div 30$ min, temp. $70 \div 80$ °C) z wodnym roztworem ($c = 150$ mM) kwasu etylenodiaminoczteroocowego (EDTA) lub częściowej jego soli sodowej [50]. Powstają rozpuszczalne w H_2O chelaty $(EDTA-Ca)^{2-}$ (rys. 3), $(EDTA-Mg)^{2-}$ $(EDTA-Fe)^{2-}$.



Rys. 3. Struktura chemiczna chelatu EDTA-Ca. Struktury chelatów EDTA z Mg i Fe są analogiczne
Fig. 3. Chemical structure of EDTA-Ca chelate. The structures of EDTA with Mg and Fe are analogous

Aby umożliwić szybko osiągalny i odpowiednio długi kontakt EDTA z wymienionymi składnikami NHP, w normalnych warunkach mieszania układu dodaje się emulgatora (siarczany laurylosodowego – SLS lub siarczany dodecylosodowego – SDS) [6]. EDTA tworzy bardzo trwałe kompleksy (chelaty) z kationami Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , których stałe trwałości (wyrażane jako pK) wynoszą: $pK_{Ca-EDTA} = 10,7$, $pK_{Mg-EDTA} = 8,7$, $pK_{Fe-EDTA} = 14,3$, $pK(Fe^{3+})-EDTA = 25,1$. Stałe trwałości kompleksów PA z Ca i z Mg wynoszą odpowiednio: 4,6 i 4,0. Pod tym względem kompleksy ww. kationów z EDTA są dużo bardziej trwałe niż z kwasem cytrynowym [6, 8 - 10]. Obecność SLS/SDS w układzie powoduje, że emulsje zawierające składniki NHP i kompleksy kationów z EDTA trudno się rozdzielają. W 2002 roku Deffense

[15] opatentował sposób ominięcia tych trudności poprzez zmianę systemu mieszania układu po wprowadzeniu EDTA nawet bez wcześniejszego dodawania deemulgatorów. Zastosowany oryginalny system dyspersji roztworu EDTA w odśluzowywanym oleju (mieszało o wysokim stopniu ścinania) pozwala na takie dobranie parametrów procesu, aby zwiększyć powierzchnię kontaktu NHP – EDTA i skrócić czas reakcji NHP + EDTA, co umożliwia zakończenie jej przed rozwarstwieniem układu. Końcowa zawartość fosforu wynosi poniżej 5 mg/kg, a żelaza – poniżej 0,05 mg/kg. Ta wersja systemu SOFT w literaturze opisywana jest najczęściej jako „całkowite odśluzowanie” (ang. *complete degumming*) [9, 10].

Odśluzowanie TOP

Odśluzowanie TOP (TOP jest akronimem pochodzącym od holenderskiego „To-taal Ontslujmings Process” oznaczającego całkowite odśluzowanie zwane też super odśluzowaniem) jest stosowane zarówno do olejów niepoddawanych wcześniejszemu odśluzowaniu, jak i po odśluzowaniu wodnym. Po odśluzowaniu TOP w oleju może pozostać nie więcej niż 0,2 mg/kg Fe i mniej niż 5 mg/kg P. Technologia TOP opracowana została w 1987 roku przez Dijkstrę i van Opstala [U.S. Patent 4,698,185], a w literaturze naukowej opisana w roku 1989 [18]. Metoda TOP polega na starannej dyspersji (kropelki o średnicy $< 10 \mu\text{m}$) w oleju kwasu fosforowego (może być używany kwas cytrynowy), który powoduje rozkład soli Ca, Mg i Fe kwasów fosfatydowego i lizofosfatydowego. Zdyspergowane w oleju ww. sole i wprowadzone kwasy są po 2 min ostrożnie neutralizowane NaOH, który także wiąże kwasy fosfatydowy i lizofosfatydowy. Powstałe ortofosforany sodu PANA, LPANA są rozpuszczalne w wodzie i usuwane z układu. Zaletą metody jest to, że w danych warunkach nie wydzielają się mydła, co zapobiega stratom oleju rafinowanego. Następnie olej jest poddawany odwirowaniu kolejno w wirówkach I i II. Śluz z wirówki I o małej zawartości oleju są usuwane, a z wirówki II o dużej zawartości oleju zawracane do obiegu. Przemycanie i osuszanie oraz ewentualne zobojętnianie odśluzowanego oleju kończą proces TOP [18, 39, 50]. Oryginalna technologia procesu TOP powstała w holenderskiej firmie Vandermortele [18]. Potem wprowadzano udoskonalenia i modyfikacje: *Super degumming* – Unilever [41, 42], *Special degumming for crude oils* – Alfa Laval [31], Krupp UF *degumming* [38], *Impact degumming* z użyciem środka zwilżającego [11]. Istnieje także kilka wersji oryginalnego procesu TOP, np. TOP „suchy” [50], TOP zintegrowany [39]. W procesie „TOP suchy” olej jest kontaktowany w temp. 70 °C z kwasem fosforowym w celu aglomeracji śluzów, które są adsorbowane na dodanej (2 %) ziemi bielącej w temp. 90 ÷ 110 °C i razem z nią po 25 ÷ 30 min oddzielane przez filtrację. Ten proces jest szczególnie polecany w przypadku olejów: palmowego, z ziarna palmowego, kakaowego, kukurydzianego i arachidowego. Odśluzowane oleje

zawierają $15 \div 35$ mg/kg fosforu, a niekiedy poniżej 10 mg/kg i są później rafinowane w chemicznej lub fizycznej technologii rafinacji olejów.

Do powszechnych należy opinia, że warunkiem efektywnego stosowania metody TOP jest używanie wysokosprawnych separatorów wirówkowych. Urządzenia tego typu są komercyjnie dostępne i opisywane w literaturze naukowej i patentowej [10, 14]. Interesująca jest metoda odśluszowywania oleju słonecznikowego (zawartość P – 848 mg/kg) w produkcji lecytyny. Do surowego oleju dodaje się surowej lecytyny (zawartość P – 17120 mg/kg), aby były spełnione wymagania koncentracji fosforu w układzie, a następnie odpowiednią ilość wody i całość miesza się w specjalnym reaktorze z wbudowanym aktywatorem elektromagnetycznym wysokosprawnego mieszadła [45]. Wzmocnienie efektywności wodnego usuwania fosfolipidów z surowego oleju, skutkującej otrzymywaniem wysokiej jakości lecytyny, autorzy przypisują wzrostowi polarności cząsteczek fosfolipidów w polu elektromagnetycznym.

Podsumowanie

Na podstawie przeglądu literatury opisano podstawy technologiczne i fizykochemiczne wodnego i kwasowego odśluszowywania jadalnych olejów roślinnych. Procesy te są szeroko stosowane w przemysłowej produkcji olejów roślinnych i stanowią zwykle pierwszy etap ich rafinacji. Szczególną uwagę zwrócono na problemy chemiczne związane z hydratacją kwasu fosfatydowego i jego połączeń z choliną, etanoloaminą i inozytem oraz soli kwasu fosfatydowego z kationami Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Fe}^{2+/3+}$, które stanowią główne składniki frakcji NHP. Zwrócono uwagę na odśluszowania SOFT i TOP oraz ich modyfikacje technologiczne i rozwiązania przemysłowe. Podano interpretacje chemiczne udziału EDTA w tych procesach.

Literatura

- [1] Ambrosewicz-Walacik M., Tańska M., Rotkiewicz D.: Effect of heat treatment of rapeseed and methods of oil extraction on the content of phosphorus and profile of phospholipids. *Pol. J. Natur. Sci.*, 2015, 30 (2), 123-136.
- [2] Ambrosewicz-Walacik M., Tańska M., Rotkiewicz D.: Phospholipids of rapeseeds and rapeseed oils: Factors determining their content and technological significance – A review. *Food Rev. Inter.*, 2015, 31, 385-400.
- [3] AOCS Official Method Ca 12-55.: Phosphorus. American Oil Chemists' Society. Official methods and recommended practices of the AOCS. 5th Ed. AOCS Press, Champaign 1997.
- [4] AOCS Official Methods Ja 7b-86.1997 revised 2003. Phospholipids in lecithin concentrates by TLC. AOCS Press, Champaign 2003.
- [5] Chapman G.W.: A conversion factor to determine phospholipid content in soybean and sunflower crude oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1980, 57 (9), 299-302.
- [6] Choukri A., Kinany M.A., Gibon V., Tirtiaux A., Jamil S.: Improved oil treatment conditions for soft degumming. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2001, 78, 1157-1160.
- [7] De B.K., Patel J.D.: Effect of different degumming processes and neutralizing agent on refining of RBO. *J. Oleo Sci.*, 2010, 59 (3), 121-125.

- [8] Deffense E.M.J.: Soft degumming. In: Oils-Fats-Lipids. Ed. P.J. Barnes & Associates. W.A.M. Castenmiller, Bridgwater, UK, 1995, pp. 125-128.
- [9] Deffense E.: From organic chemistry to fat and oil chemistry. OCL, 2009, 16 (1), 14-24.
- [10] Deffense E.: Chemical degumming. [on line]. AOCS Lipid Library. Dostęp w Internecie [29.06.2017]: <http://lipidlibrary.aocs.org/content.cfm?ItemNumber=40322>
- [11] De Smet: Technical documentation. Brussels, Belgium (cyt. za Deffense [10]).
- [12] Diehl B.W.K.: 31P-NMR in phospholipid analysis. Lipid Technology, 2002, 14, 62-65.
- [13] Dijkstra A.J.: The purification of edible oils and fats. Lipid Technology, 2013, 25 (12), 271-273.
- [14] Dijkstra A.J.: Edible Oils Processing from a Patent Perspective. Springer Science + Business Media, New York 2013, pp. 121-150
- [15] Dijkstra A.J.: Edible oils processing: Introduction to degumming. [on line]. AOCS Lipid Library. Dostęp w Internecie [29.06.2017]: <http://lipidlibrary.aocs.org/content.cfm?ItemNumber=40325>
- [16] Dijkstra A.J.: Enzymatic degumming. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 2010, 112, 1178-1189.
- [17] Dijkstra A.J.: Degumming revisited. [on line]. AOCS. Dostęp w Internecie [29.06.2017]: <https://www.aocs.org/stay-informed/read-inform/featured-articles/degumming-revisited-july-2010>
- [18] Dijkstra A.J., van Opstal M.: The total degumming process. J. Am. Oil Chem. Soc., 1989, 66, 1002-1009.
- [19] Diosady L.L., Sleggs P., Kaji T.: Chemical degumming of canola oils. J. Am. Oil Chem. Soc., 1982, 59 (7), 313-316.
- [20] Engelmänn J.I., Ramos L.P., Crexi V.T., Morais M.M.: Degumming and neutralization of rice bran oil. J. Food Proc. Eng., 2016, 40 (2), DOI: 10.1111/jfpe.12362.
- [21] Fan X., Burton R., Austic G.: Conversion of degummed soybean oil to biodiesel: Optimization of degumming methods and evaluation of fuel properties. Inter. J. Green Energy, 2010, 7 (6), 593-599.
- [22] Galhardo F., Dayton Ch.: Enzymatic degumming. [on line]. AOCS Lipid Library. Dostęp w Internecie [29.06.2017]: <http://lipidlibrary.aocs.org/OilsFats/content.cfm?ItemNumber=40324>
- [23] Ghazani S.M., Marangoni A.G.: Minor compounds on canola oil and effects of refining on these constituents: A review. J. Am. Oil Chem. Soc., 2013, 90, 923-932.
- [24] Gibellini F., Smith T.K.: The Kennedy pathway – De Novo synthesis of phosphatidylethanolamine and phosphatidylcholine. IUBMB Life, 2010, 62 (6), 414-428.
- [25] Hamilton R.J.: Lipid Analysis in Oils and Fats. Blackie Academic and Professional, London 1998, pp. 1-385.
- [26] Hatzakis E., Koidis A., Boskou D., Dais P.: Determination of phospholipids in olive oil by 31P NMR spectroscopy. J. Agric. Food Chem., 2008, 56, 6232-6240.
- [27] Hvolby A.: Removal of nonhydratable phospholipids from soybean oil. J. Am. Oil Chem. Soc., 1971, 48 (9), 503-509.
- [28] Kowalska D., Gruczyńska E., Kowalska M., Kozłowska M., Kowalski B.: Chloropropanole, chloropropanodole i ich estry w żywności. Żywność, Nauka, Technologia, Jakość, 2015, 4 (101), 5-20.
- [29] MacKenzie A., Vyssotski M., Nekrasov E.: Quantitative analysis of diary phospholipids by 31P NMR. J. Am. Oil Chem. Soc., 2009, 86 (8), 757-763.
- [30] Matthäus B.: Organic or not organic – that is the question: How the knowledge about the origin of chlorinated compounds can help to reduce formation of 3-MCPD esters. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 2012, 14, 1333-1334.
- [31] Nilsson-Johansson L., Brimberg U., Haraldsson G.: Experience of pre-refining of vegetable oils with acids. Eur. J. Lipid. Sci. Technol., 1998, 90 (11), 447-451.
- [32] Ohlson R., Svensson C.: Comparison of oxalic acid and phosphoric acid as degumming agents for vegetable oils. J. Am. Oil Chem Soc., 1976, 53 (1), 8-11.
- [33] Ostrowska J., Skrzydlewska E., Figaszewski Z.: Isolation and analysis of phospholipids. Chem. Anal., 2000, 45 (5), 613-629.
- [34] Othman A.H., Noor A.M., Yusof M.S.A., Ismail A.F., Goh P.S., Lau N.J.: Application of membrane technology in degumming and deacidification of vegetable oil refining. In: Membrane technology for water and wastewater treatment, energy and environment. Ed. A.F. Ismail, T. Matsuura Taylor. CRC Press, Leiden, Netherlands, 2016, pp. 297-308.

- [35] PN-A-86930:1988. Tłuszcze roślinne jadalne. Metody badań. Oznaczanie zawartości fosforu.
- [36] Radočaj O., Dimić E.: Physico-chemical and nutritive characteristics of selected cold pressed oils found in the European market. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 2013, 90, 219-227.
- [37] Ramli M.R., Siew W.L., Ibrahim N.A., Hussein R., Kuntom A., Razak R.A.A. Nesaratham K.: Effects of degumming and bleaching on 3-MCPD esters formation during physical refining. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2011, 88, 1839-1844.
- [38] Rohdenburg H.L., Csernitzky K., Chikany B., Peredi J., Borodi A., Ruzics A.F. (Krupp Maschinentechnik GmbH): Degumming process for plant oils. US Patent 5,239,096, 1993.
- [39] Rotkiewicz D., Żylik S., Konopka I.: Stan badań nad optymalizacją procesu przetwórstwa nasion rzepaku. II. Rafinacja oleju. *Rośliny Oleiste*, 1999, 20, 161-168.
- [40] Rutkowski A., Gwiazda S., Krygier K.: Sulfur compounds affecting processing of rapeseed. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1982, 59 (1), 7-11.
- [41] Sande R.L.K.M., Segers, J.C.: Method of refining glyceride oils. European Patent 0 348 004, 1989.
- [42] Segers J., van de Sande R.: Degumming – Theory and practice. In: *Edible Fats and Oils Processing: Basic Principles and Modern Practices*. Ed. D.R. Erickson. American Oil Chemists' Society, Champaign, Illinois, USA, 1990, pp. 88-93.
- [43] Szydłowska-Czerniak A., Szlyk E.: Spectrophotometric determination of total phosphorus in rape seeds and oils at various stage of technological process: Calculation of phospholipids and non-hydratable phospholipids contents in rapeseed oil. *Food Chem.*, 2003, 81, 613-619.
- [44] Szydłowska-Czerniak A.: MIR spectroscopy and partial least-squares regression for determination of phospholipids in rapeseed oils at various stages of technological process. *Food Chem.*, 2007, 105, 1179-1187.
- [45] Taradaichenko M., Gladki F.: Application of electromagnetic treatment for degumming process in high phosphorus content of sunflower oil. *Inż. Ap. Chem.*, 2013, 52 (5), 490-491.
- [46] Vaisali Ch., Charanyaa S., Belur P.D., Regupathi I.: Refining of edible oils: A critical appraisal of current and potential technologies. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2015, 50, 13-23.
- [47] Van Nieuwenhuyzen W., Tomas M.: Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2008, 110, 472-486.
- [48] Węgrowski J., Płatek T., Katzer A. Badania nad głębokim odszlamianiem niskoerukowego oleju rzepakowego. Część I. Badania laboratoryjne. *Tłuszcze Jadalne*, 1991, 28 (3), 35-42.
- [49] Wroniak M., Ratusz K.: The quality of cold pressed rapeseed and sunflower seed oils from Polish market. In: *Advances in Research and Technology of Rapeseed Oil. Monograph. Part I*. Wyd. Nauk. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2011, pp. 105-112.
- [50] Xu L., Diosady L.L.: Degumming. In: *Nutritionally Enhanced Edible Oil and Oilseed Processing*. Ed. N.T. Dunford and H.B. Dunford, AOCS Publishing, New York 2004, pp. 117-147.
- [51] Zhang N., Li P., Yang R.: Enzymes in oil and lipid based industries. In: *Enzymes in Food and Beverage Processing*. Ed. M. Chandrasekaran. CRC Press, Boca Raton 2015, pp. 227-254.
- [52] Zufarov O., Schmidt Š., Sekretár S.: Degumming of rapeseed and sunflower oils. *Acta Chimica Slovaca*, 2008, 1(1), 321-328.
- [53] Zufarov O., Schmidt Š., Sekretár S., Cvengros J.: Ethanolamines used for degumming rapeseed and sunflower oils as diesel fuels. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2009, 111, 985-992.

TECHNOLOGY AND CHEMISTRY OF VEGETABLE OILS WATER AND ACID DEGUMMING PROCESSES

S u m m a r y

Until the end of the 19th century, vegetable oils were practically not refined and mainly used for technical purposes. Nowadays, the refining of oils has become almost obligatory as the consequence of developing extraction technologies and applying them to manufacture oils, as well as owing to the use of catalytic methods for hydrogenation (margarine production) and the consumer demand regarding oil quality.

Crude vegetable oils contain varying amounts of non-acylglycerols (non-fatty impurities), generally classified as “gums” or phospholipids, and of other contaminants such as free fatty acids, metals, pigments, waxes, hydrocarbons, etc. To the group of gums belong phosphatidic and lysophosphatidic acids, their salts with various cations, as well as chemical compounds of phosphatidic acid with choline, ethanolamine, and inositol. The gums negatively impact, among other things, the colour, flavour, and foaming of oils; therefore, they should be removed in the degumming processes. The present paper is a review of the reference literature dealing with the water and acid degumming of edible vegetable oils as the first step of refining those oils. Discussed were the principles of technologies and chemical interpretations of the applied solutions, i.e. water and acid degumming, SOFT and TOP processes, and their modifications. Special attention was drawn to the physical and chemical properties of components, molecular mechanisms, and to advantages and disadvantages of the methods applied. Chemical rudiments were explained of the hydration of phosphatidylcholine and phosphatidylinositol, further: of the restricted hydration of phosphatidylethanolamine and non-hydratable phosphatidyl acid and its salts with Ca, Mg, and Fe cations. Chemical basics of using various acids and chelating agents (EDTA) in degumming processes were also discussed.

Key words: vegetable oils, phospholipids, water and acid degumming, SOFT and TOP degumming ☒

**Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Katedra Technologii Rolnej i Przechowywania**

**Polskie Towarzystwo Technologów Żywności
Sekcja Technologii Węglowodanów**

Komitety Nauk o Żywności i Żywieniu PAN

zapraszają na

**X Jubileuszową Konferencję Naukową
z cyklu „Ziemniak spożywczy i przemysłowy
oraz jego przetwarzanie”
nt. „Innowacyjność i optymalizacja procesów
w produkcji i przetwarzaniu
ziemniaka”**

Polanica Zdrój, 8 - 10.05.2018

Informacje: <http://www.binoz.upwr.edu.pl/ziemniak/>

Kontakt:

Sekretarz konferencji: dr inż. Joanna Miedzianka

e-mail: ziemniak@wnoz.up.wroc.pl

tel. (71) 320-77-68

JOANNA SZULC, KATARZYNA CZACZYK, GRAŻYNA GOZDECKA

METODY OTRZYMYWANIA KIEŁKÓW – OD UPRAW DOMOWYCH DO PRODUKCJI PRZEMYSŁOWEJ

Streszczenie

Kielki znane były już w starożytności, jednak na nowo zostały odkryte w XIX w., kiedy wegetarianizm zaczął zyskiwać na znaczeniu i świadomie oraz celowo, nie tylko z pobudek religijnych, konsumenci wyłączyli lub ograniczali mięso w diecie. Dzięki m.in. walorom odżywczym kiełków przewiduje się, że ich udział w rynku żywności będzie coraz większy. Bogaty skład chemiczny i stosunkowo łatwa technologia produkcji powodują, że kiełki stają się pożądanym produktem. Dodatkowym atutem kiełków jest ich całoroczna dostępność na rynku w przeciwieństwie do warzyw i owoców, które występują sezonowo. Wraz ze wzrostem popularności kiełków pojawiły się także liczne metody i sposoby ich otrzymywania. W pracy przedstawiono i scharakteryzowano metody otrzymywania kiełków, zarówno na małą skalę, jak również na skalę przemysłową. Wśród przedstawionych metod produkcji kiełków wymieniono metodę słoikową, która jest najstarsza, a zarazem najprostsza. W warunkach domowych często wykorzystuje się kiełkownice składające się z perforowanych tac ułożonych jedna na drugiej, które okresowo przemywa się wodą. Na większą skalę stosuje się metodę zbiornikową, szafy klimatyczne czy kiełkowniki bębnowe. Obok metod opisano także rozwiązania spotykane w produkcji kiełków, jak automatyczne urządzenia do kiełkowania w postaci maszyny vendingowej. W urządzeniu można produkować kiełki w miejscu ich sprzedaży, a jego obsługa jest nieskomplikowana i ogranicza się do zaopatrywania urządzenia w nasiona na kiełki.

Słowa kluczowe: kiełki, metody otrzymywania kiełków, metoda słoikowa, metoda zbiornikowa, kiełkowniki bębnowe

Wprowadzenie

Kielki znane są od starożytności, jednak popularność zdobyły na początku XIX wieku, kiedy wegetarianizm zaczął nabierać znaczenia, a konsumenci celowo elimi-

Mgr inż. J. Szulc, dr inż. G. Gozdecka, Zakład Technologii i Inżynierii Przemysłu Spożywczego, Wydz. Technologii i Inżynierii Chemicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, ul. Seminaryjna 3, 85-326 Bydgoszcz, prof. dr hab. inż. K. Czaczyk, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 48, 60-627 Poznań. Kontakt: joanna.szulc@utp.edu.pl

nowali mięso z diety [25, 38]. Wraz ze wzrostem popytu na kielki opracowano liczne metody i sposoby ich produkcji. Coraz powszechniejsze jest stosowanie domowych metod kiełkowania. Kielki charakteryzują się dużymi walorami odżywczymi i zdrowotnymi (tab. 1). Te młode rośliny stanowią źródło aminokwasów, błonnika, mikroelementów, witamin, flawonoidów i kwasów fenolowych [27, 41]. Z tego względu zalicza się je do żywności funkcjonalnej, której spożywanie przyczynia się do zmniejszenia ryzyka zachorowalności na tzw. choroby cywilizacyjne [41].

Kielki w przeciwieństwie do większości warzyw i owoców są dostępne przez cały rok, dlatego zaczynają się coraz częściej pojawiać w diecie. Są spożywane głównie na surowo, np. jako składnik sałatek lub dodatek do zup [21]. Znane od dawna różne sposoby otrzymywania kiełków charakteryzują się prostotą i nie wymagają dużych nakładów finansowych [29].

Tabela 1. Zawartość wybranych składników odżywczych w kielkach lucerny, rzodkiewki, zielonego groszku, soczewicy i fasoli mung w 100 g jadalnej porcji świeżych kiełków

Table 1. Content of selected nutrients in sprouts of alfalfa, radish, green peas, lentils, and mung beans, in 100 g of edible portion of fresh sprouts

Parametr Parameter	Jednostka Unit	Kielki lucerny Alfalfa sprouts	Kielki rzodkiewki Radish sprouts	Kielki zielonego groszku Pea sprouts	Kielki soczewicy Lentil sprouts	Kielki fasoli mung Mung bean sprouts
Wartość energetyczna Energy	[kcal]	29,00	41,00	128,00	106,00	30,00
Białko / Protein	[g]	3,99	3,81	8,80	8,96	3,04
Węglowodany Carbohydrates	[g]	3,78	3,06	28,26	22,14	5,93
Żelazo / Iron	[mg]	0,96	0,86	2,28	3,21	0,91
Magnez Magnesium	[mg]	27,00	44,00	56,00	37,00	1,00
Miedź / Copper	[mg]	0,16	0,12	0,27	0,35	0,16
Cynk / Zinc	[mg]	0,92	0,56	1,05	1,51	0,41
Mangan Manganese	[mg]	0,19	0,26	0,44	0,51	0,19
Kwas askorbinowy Ascorbic acid	[mg]	8,20	29,80	10,40	16,50	13,50
Tiamina Thiamine	[mg]	0,08	0,10	0,23	0,23	0,08
Ryboflawina Riboflavin	[mg]	0,13	0,10	0,16	0,13	0,12
Niacyna Niacin	[mg]	0,48	2,85	3,09	1,13	0,75

Opracowanie własne na podstawie [24] / The authors' own study based on [24]

Ukierunkowanie na zdrowy tryb życia, ściśle związane z prawidłowym żywieniem, pojawiło się początkowo w USA i krajach Europy Zachodniej, a z czasem także w Polsce. Znajduje to odzwierciedlenie m.in. w zwiększającym się udziale kielków w rynku owoców i warzyw w Polsce [33]. W 2011 roku sprzedaż kielków w krajach Unii Europejskiej wynosił 600 mln USD [7]. W 2015 roku Polacy wydali na produkty o cechach prozdrowotnych, do których zalicza się także kielki, 800 mln złotych. Przewiduje się, że w roku 2017 poziom sprzedaży takich produktów może osiągnąć wartość nawet 1 mld zł [15]. Popularność kielków zwiększa się na całym świecie. W USA w 2015 roku wartość sprzedaży skielkowanych nasion wyniosła 30 mln USD, a prognozy przewidują, że do 2018 roku przychód producentów kielków wyniesie 250 mln USD [14].

Bogaty skład chemiczny i stosunkowo łatwa technologia produkcji powodują, że kielki stają się produktem pożądanym na rynku. Kielki odpowiadają wymaganiom stawianym przez świadomych konsumentów, oczekujących żywności minimalnie przetworzonej o dużej wartości odżywczej, której cechą jest dodatkowy pozytywny wpływ na organizm człowieka [29].

Kielkowanie nasion

Kielkowaniem nazywa się procesy zachodzące wewnątrz nasion, które prowadzą do ożywienia zarodka i rozpoczęcia jego wzrostu. Proces ten inicjowany jest tylko wtedy, gdy panują sprzyjające warunki środowiska, głównie odpowiednia wilgotność, temperatura i dostęp tlenu [23]. Nasiona w stanie spoczynku charakteryzują się zredukowaną przemianą materii, małą zawartością wody i przez to odpornością na działanie niskich temperatur. Zachodzące przemiany powodują przejście nasion ze stanu spoczynku do rozwinięcia młodej rośliny [11].

Kielkowanie jest jedną z metod zwiększania wartości odżywczej nasion [29]. W trakcie kielkowania enzymy rozkładają polisacharydy do oligo- i monosacharydów, tłuszcze – do wolnych kwasów tłuszczowych, białka – do oligopeptydów i aminokwasów. Zachodzące procesy powodują, że składniki odżywcze zawarte w kielkach są łatwiej przyswajalne przez organizm człowieka niż te obecne w nasionach [23]. Kielkowanie, obok procesów rozkładu materiału zapasowego nasion, obejmuje procesy syntezy witamin i związków o właściwościach przeciwutleniających, które mają pozytywny wpływ na ludzki organizm. W nasionach strączkowych można znaleźć związki o właściwościach przeciwżywniowych, takie jak: kwas fitowy i jego pochodne, a także galaktocukry, w tym rafinozę, stachiozę, werbaskozę i ajugozę [9, 28]. W porównaniu z nasionami udział substancji przeciwżywniowych w kielkach jest zdecydowanie mniejszy z powodu procesów zachodzących w trakcie kielkowania, które prowadzą do zmniejszenia zawartości tych substancji w nasionach [13].

Procesy kiełkowania są najczęściej zapoczątkowywane pęcznieniem, czyli intensywnym pobieraniem wody. W ten sposób tworzą się warunki do przebiegu podstawowych procesów fizjologicznych [12]. Kiełkowanie składa się z kilku ściśle powiązanych ze sobą faz. Pierwszym etapem, określanym fazą fizyczną, nazywa się wnikanie wody do nasiona, hydratację i pęcznienie. Kolejny etap stanowi fazę biologiczną, kiedy substancje zapasowe nasion stają się dostępne dla enzymów i następuje uruchomienie procesów metabolicznych. Ostatni etap kiełkowania stanowi faza fizjologiczna, w której następuje wzrost zarodka. Kiedy zarodek przebija okrywą nasienną staje się kiełkiem. Wówczas przechodzi przez trzy okresy odżywiania:

- heterotroficzny, kiedy korzysta wyłącznie z substancji zapasowych oraz z wody i tlenu pobieranego z zewnątrz;
- mezotroficzny, w którym kiełek dalej wykorzystuje materiał zapasowy zgromadzony w nasionie, jednak przez obecność liścieni lub pierwszych liści rozpoczyna proces fotosyntezy, a wytworzony system korzeniowy pozwala na pobieranie wody i soli mineralnych z podłoża;
- autotroficzny, kiedy kiełek uzyskuje całkowitą zdolność do autotroficznego życia i staje się samodzielną siewką [11].

Z przedstawionych wyżej informacji wynika, że kiełkiem możemy nazwać zarodek, który przebił się przez okrywą nasienną i korzysta z materiałów zapasowych, mimo że wykształcił już narządy do samodzielnego odżywiania (system korzeniowy czy liścienie). Również definicja ujęta w Rozporządzeniu Komisji UE 208/2013 [31] z dnia 11 marca 2013 r. w sprawie wymogów dotyczących możliwości śledzenia kiełków i nasion przeznaczonych do produkcji kiełków, które definiuje kiełki jako produkt uzyskany w wyniku kiełkowania nasion i ich rozwoju w wodzie lub innym nośniku, zbierany przed wykształceniem się właściwych liści i przeznaczony do spożycia w całości, włącznie z nasionami.

Nasiona do produkcji kiełków

Największe znaczenie w produkcji kiełków mają nasiona roślin kapustnych, strączkowych, oleistych oraz zbóż i pseudozbóż. Najbardziej znane są kiełki roślin strączkowych, które w krajach azjatyckich – Korei, Japonii i Chinach stanowią duży udział w diecie [20]. W handlu najczęściej dostępne są kiełki soi, fasoli mung, rzodkiewki, brokułu, słonecznika lub lucerny [38, 41]. Do produkcji kiełków wykorzystuje się nasiona kapusty czerwonej, fenkułu, jarmużu, rzepaku, gorczycy, ciecierzycy, łubinu, groszku cukrowego, lnu, sezamu, pszenicy, gryki, ryżu, amarantusa, komosy ryżowej oraz takich warzyw jak por czy cebula [6, 10, 27, 35, 38].

Wskazane jest profilaktyczne odkażanie nasion na kiełki, natomiast nie zaleca się ich zaprawiania chemicznymi środkami ochrony roślin [16]. Najlepiej jeśli nasiona na kiełki pochodzą z upraw ekologicznych, w których stosowanie substancji chemicznych

jest zabronione. Jeżeli nasiona są zanieczyszczone chemicznymi środkami ochrony roślin, to w trakcie rozwoju rośliny substancje te ulegają rozkładowi. Jednak czas kiełkowania nasion, od uruchomienia procesów metabolicznych do przekształcenia w kiełki, jest za krótki by związki te uległy przemianom do form nieszkodliwych i mogą wówczas stanowić zagrożenie dla zdrowia konsumentów.

Warunki produkcji kiełków sprzyjają rozwojowi mikroflory chorobotwórczej. Wśród zabiegów mających na celu eliminację szkodliwych patogenów występujących na materiale siewnym stosuje się odkażanie w gorącej wodzie [5], w roztworach chloranu(I) sodu i wapnia (NaClO , $\text{Ca}(\text{ClO})_2$) [22, 37], etanolu ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) [26], nadtlenu wodoru (H_2O_2) lub zabiegi wykorzystujące promieniowanie jonizujące [36]. Do oczyszczania nasion stosuje się także roztwory kwasu nadoctowego [17], roztwory ditlenku chloru [16], gorące suche powietrze, ozon (O_3) lub promieniowanie UV [7].

Metody otrzymywania kiełków

Technologie otrzymywania kiełków mogą się różnić w zależności od gatunku rośliny, z której pochodzą nasiona. Są one znane od dawna, zwłaszcza w krajach azjatyckich [29]. Cechują je prostota i niski koszt realizacji. W związku z coraz większą popularnością kiełków proponuje się nowe rozwiązania i unowocześnienie znanych technologii. Metody otrzymywania kiełków można podzielić ze względu na skalę na: niskotonażowe (na potrzeby własne) oraz wielkotonażowe (przemysłową).



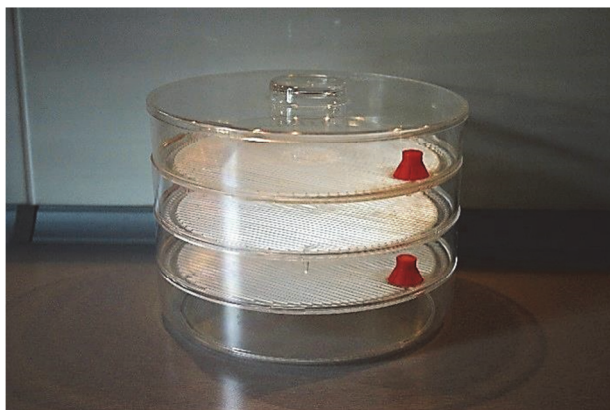
Fot. 1. Metoda słoikowa produkcji kiełków
Photo 1. Production of sprouts using jar method

Tradycyjną metodą otrzymywania kiełków na małą skalę jest metoda słoikowa (fot. 1). Kiełkowanie prowadzone jest w wysokim naczyniu, najczęściej w słoiku [39]. W naczyniu nasiona okresowo są zanurzone w wodzie, początkowo od 2 do nawet 12 h. W górnej części naczynia znajduje się membrana z tkaniny lub perforowana po-

krywa, za pomocą której oddzielany jest nadmiar wody immersyjnej. Słoik odwraca się i ustawia pod kątem, aby zapewnić swobodny odpływ wody [39]. Czynność zwilżania nasion powtarza się do momentu uzyskania wykształconych kielków.

Innym sposobem otrzymywania kielków jest kielkowanie nasion na warstwie materiału zwilżonego wodą. W zależności od potrzeb może to być metoda zaspokajająca własne zapotrzebowanie, jak również wykorzystana na skalę przemysłową [18]. Podłoże stanowi materiał, który chłonie wodę i utrzymuje ją. Na małą skalę wykorzystuje się podłoże z ligniny lub bibuły filtracyjnej [37]. Nasiona można także kielkować na warstwie tkaniny bawełnianej czy też wytworzonej z konopi. Na skalę przemysłową wykorzystuje się włókno jutowe. Dużą zaletą tego materiału jest możliwość jego sterylizacji i ponownego użycia [18]. Aby spowolnić parowanie wody hodowlę można zabezpieczyć poprzez zastosowanie transparentnej folii z poli(winyłu) chlorku albo folii aluminiowej [2].

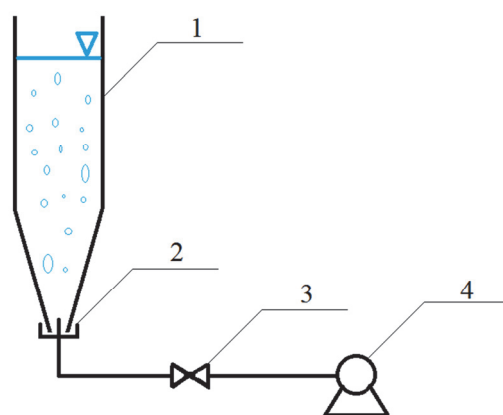
Odpowiednie do kielkowania nasion jest podłoże agarowe. Lee i wsp. [20] porównali kielki fasoli mung otrzymane tradycyjne zmodyfikowaną metodą słoikową oraz kielki, które rozwijały na podłożu agarowym. Kielki nie różniły się istotnie swoimi wymiarami, a czas ich wzrostu były porównywalny. Metoda wykorzystująca podłoże zestalone agarem wymaga mniejszych nakładów pracy w porównaniu z metodą tradycyjną, nie wymaga zraszania czy wstępnego namaczania nasion [20]. Z uwagi na nakłady finansowe metoda ta może być wykorzystywana na małą skalę lub w badaniach laboratoryjnych.



Fot. 2. Kielkownica
Photo 2. Sprouting device

Bardzo popularne w produkcji kielków jest stosowanie kielkownic (fot. 2). Kielkownice składają się najczęściej z tac o perforowanym lub karbowanym dnie. Tace karbowane są dodatkowo wyposażone w zawór odprowadzający nadmiar wody. Po-

jemniki do kiełkowania są tak skonstruowane, by mogły być nakładane na siebie i tworzyć kolumnę. Podstawę tej kolumny stanowi taca, w której gromadzony jest nadmiar wody służącej do zraszania. To rozwiązanie ma wiele zalet, jednak podobnie jak w metodzie słoikowej wymagane jest wstępne namoczenie nasion przed umieszczeniem ich w kiełkownicy. Kiełki w kiełkownicy rosną pionowo i w przypadku tacy z transparentnego tworzywa mają taki sam dostęp do światła. Możliwość kiełkowania na wielu tacach w kolumnie pozwala na ograniczenie wykorzystywanej powierzchni [24].



Objaśnienia / Explanatory notes:

1 – reaktor / reactor; 2 – korek z króćcem doprowadzającym powietrze / cork with air inlet; 3 – zawór regulujący natężenie powietrza / air flow control valve; 4 – pompa powietrza / air pump;

Rys. 1. Schemat metody zbiornikowej stosowanej do produkcji kiełków

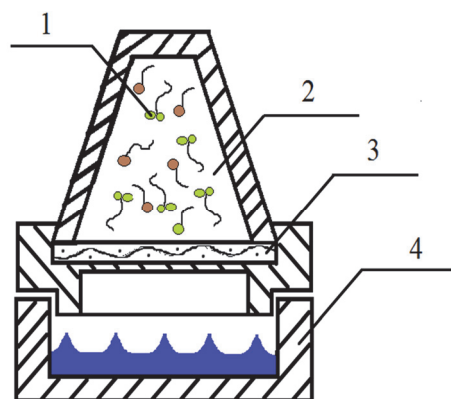
Fig. 1. Scheme of tank method applied in production of sprouts

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [16] / the authors' own study based on [16]

Do prawidłowego przebiegu procesu kiełkowania nasion wymagana jest obecność wody, tlenu, a w niektórych przypadkach światła. Wszystkie te warunki spełnia metoda zbiornikowa (rys. 1). W metodzie tej nasiona umieszcza się w reaktorze wypełnionym wodą. Najczęściej jest to zawiesina o udziale nasion $5 \div 20$ %. Dobór proporcji nasiona : ciecz hodowlana jest uzależniony m.in. od masy 1000 nasion. Ciecz w reaktorze wymieniana jest w odstępach czasu od 12 do 24 h [10, 16]. Stożkowa, dolna część reaktora jest zaopatrzona w króciec, którym z pompy doprowadzane jest powietrze. Górna, cylindryczna część może być wyposażona w sito ułatwiające wymianę cieczy w reaktorze. Zawartość zbiornika jest napowietrzana i jednocześnie mieszana, dzięki czemu kiełki mają taki sam dostęp tlenu i światła, a ich wzrost jest wyrównany [16]. Zaletą metody zbiornikowej jest szybszy niż w tradycyjnej metodzie wzrost kiełków. Do wody można dodać substancje odżywcze lub elicytory, które spowodują zwiększenie za-

wartości wybranych substancji bioaktywnych lub zmniejszenie ilości substancji przeciwżywniowych w kielkach. Obecność elicytorów w cieczy hodowlanej wywołuje stres biotyczny u młodych roślin, który prowadzić może do zwiększenia syntezy związków stanowiących składniki odżywcze. Elicytacji nie należy mylić z nawożeniem [4]. Wśród substancji wykorzystywanych w elicytacji kielków znajduje się kwas jasmonowy i jego ester metylowy, kwas salicylowy, glukoza czy metionina [2, 5].

Powyższe rozwiązanie nawiązuje do hydroponiki, czyli uprawy bezglebowej. Połączenie metody słoikowej i hydroponicznej hodowli roślin występuje w wynalazku Sawyera z 1977 roku [32]. Opatentowane urządzenie składa się z przezroczystego słoja o kształcie ściętego stożka, membrany i pojemnika na wodę (rys. 2). Szklany zbiornik jest umieszczony nad zasobnikiem wody. Zbiornik i zasobnik rozdzielone są membraną. Rozwiązanie to jest przeznaczone do hodowli kielków z nasion strączkowych na skalę domową, jak również przemysłową. Szklany zbiornik, w którym następuje kiełkowanie nasion ma budowę ułatwiającą jego opróżnianie. Jako zaletę wymienia się gromadzenie wody immersyjnej w pojemniku pod membraną, dzięki czemu może być ona ponownie wykorzystana do zwilżenia nasion [32]. Biorąc jednak pod uwagę jakość mikrobiologiczną gotowych kielków, zaleca się każdorazową wymianę wody.



Objaśnienia / Explanatory notes:

1 – kielki / sprouts; 2 – szklany zbiornik do kiełkowania / frusto-conical glass jar; 3 – membrana / screening element; 4 – zbiornik na wodę / water receptacle;

Rys. 2. Hydroponiczne urządzenie do kiełkowania

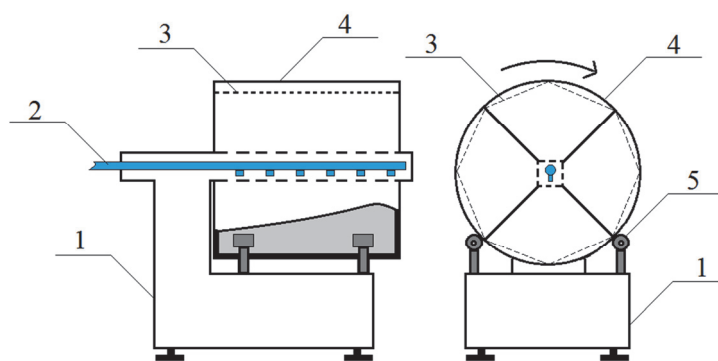
Fig. 2. Hydroponic sprouting device

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [25] / the authors' own study based on [25]

Na dużą skalę stosuje się przemysłowe urządzenia do kiełkowania, które są wyposażone w automatyczny system nawadniający i regulujący temperaturę. Najczęściej są to szafy klimatyczne, w których umieszcza się tace z tworzywa lub metalu. Tace,

podobnie jak w przypadku kielkownicy, mogą być z dnem karbowanym lub perforowanym. Często także wykorzystuje się różne podłoża – może to być włókno jutowe, gleba, lignina. Dzięki rozmieszczeniu tac na półkach zyskuje się dużą wydajność na małej powierzchni [24].

Kielkowanie niektórych nasion można prowadzić bez dostępu światła, ale szybciej proces ten przebiega w warunkach naświetlenia. Wzrost kielków bez naświetlania może skutkować ich mniejszą wartością odżywczą i mniej atrakcyjnym wyglądem w porównaniu z kielkami, które rozwijały się w świetle. Tak dzieje się w przypadku kielków fasoli, które powszechnie są produkowane w krajach azjatyckich. Najczęściej nasiona strączkowych są poddawane kielkowaniu w zbiornikach z odprowadzeniem wody i regulacją temperatury. Nasiona, a następnie kielki, zrasza się kilka razy dziennie aż do uzyskania wykształconych młodych roślin z białym korzeniem i żółtawymi liścieniami [30]. W ten sposób większość substancji odżywczych zużywanych jest na procesy wzrostowe i odżywianie, a brak dostępu światła nie pozwala na wytworzenie nowych związków w procesie fotosyntezy. Szafy klimatyczne, oprócz zraszaczy lub dysz wytwarzających mgłę wodną i systemu regulującego temperaturę, mogą być wyposażone w instalację oświetleniową. Zainstalowane może być źródło światła białego lub monochromatycznego. Światło monochromatyczne różnych barw, np. żółtej, zielonej i czerwonej w odpowiednich sekwencjach pozwala roślinie na prowadzenie procesu fotosyntezy, a także na zintensyfikowanie niektórych przemian, w tym syntezy składników odżywczych rośliny. Zastosowanie światła monochromatycznego różnych barw dawkowane interwałowo może na przykład doprowadzić do zwiększenia zawartości izoflawonów czy witaminy C w roślinach strączkowych [30, 40].



Objaśnienia / Explanatory notes:

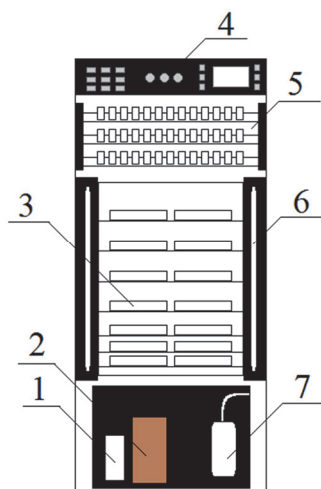
1 – podstawa kielkownika / germinator base; 2 – doprowadzenie wody / water inlet; 3 – blacha perforowana / perforated sheet metal; 4 – bęben kielkownika / germinator drum; 5 – rolki napędowe / drive rolls;

Rys. 3. Schemat obrotowego bębnowego kielkownika

Fig. 3. Diagram of drum rotary germinator

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [26] / the authors' own study based on [26]

Rozwiązaniem stosowanym w przemyśle są obrotowe bębnowe kielkowniki (rys. 3). Nasiona na kielki załadowywane są do obracającego się bębna podzielonego na sekcje. Bęben może obracać się bardzo wolno albo okresowo. Zraszacze zamontowane centralnie mogą zraszać nasiona interwałowo lub stale w postaci mgły. Obracający się zbiornik jest wyłożony blachą perforowaną, dzięki czemu odprowadzany jest nadmiar wody. Spotyka się także rozwiązania, w których bęben jest częściowo zanurzony w wodzie i w wyniku obrotu kielki są okresowo nawilżane.



Objaśnienia / Explanatory notes:

1 – komputer sterujący / control computer; 2 – zasobnik nasion / seed feeder; 3 – tace z kielkującymi nasionami / trays with germinating seeds; 4 – panel sterowania zakupem / control panel; 5 – opakowane kielki gotowe do sprzedaży / ready-to-buy wrapped sprouts; 6 – lampa UV / UV lamp; 7 – zasobnik wody / water tank;

Rys. 4. Automatyczny kielkownik w postaci maszyny vendingowej

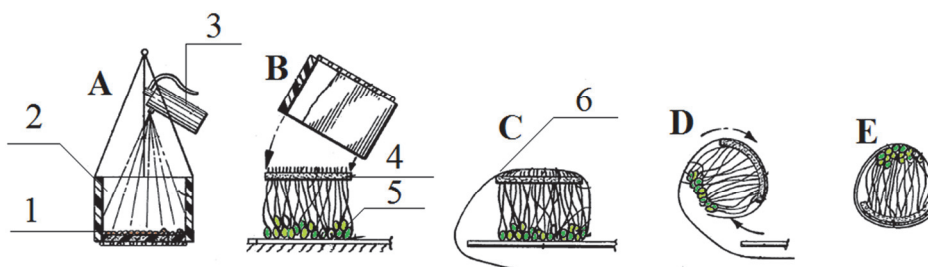
Fig. 4. Automatic germinator in the form of vending machine

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [1] / the authors' own study based on [1]

Innowacyjnym rozwiązaniem jest kielkownik opatentowany przez Azouleya [1], który automatycznie przeprowadza proces kielkowania od dozowania nasion do pakowania wykształconych kielków. Urządzenie ma postać automatu do dystrybucji, w której można wyróżnić trzy sektory (rys. 4). W dolnej części urządzenia znajduje się zasobnik nasion do kielkowania. W środkowej części na tacach w kontrolowanych warunkach przebiega kielkowanie nasion. W górnej części wyeksponowane są opakowane kielki przeznaczone do sprzedaży. W urządzeniu zapewniony jest mikroklimat, który pozwala na zachowanie optymalnych warunków do kielkowania nasion i wzrostu kielków. Kielkowanie sterowane jest komputerowo, a proces przebiega bez ingerencji

człowieka. Takie rozwiązanie minimalizuje ryzyko zanieczyszczenia hodowli niepożądanymi mikroorganizmami. Kiedy kiełki są produkowane w jednej przestrzeni ogranicza się system dystrybucji generujący koszty i negatywnie wpływający na środowisko. Produkcja kiełków w urządzeniu pozwala też na ograniczenie nakładów pracy i oszczędność miejsca w ładach chłodniczych i stanowi jedno rozwiązanie do hodowli i ekspozycji kiełków.

W powyższym rozwiązaniu zastosowano w pełni zautomatyzowany proces kiełkowania: od wysiania na tacach do kiełkowania nasion aż do opakowania gotowego produktu. Metoda otrzymywania kiełków, urządzenia i sposób pakowania stanowią także przedmiot patentu US nr 4 292 761 [19]. Zaletą tego sposobu kiełkowania jest unieruchomienie kiełków w porowatym hydrofobowym podłożu, które jednocześnie stanowi membranę. Takie rozwiązanie pozwala na zwilżanie nasion i kiełków i odprowadzenie nadmiaru wody, a kiedy kiełki osiągną dojrzałość w łatwy sposób wydziela się ich porcję i pakuje (rys. 5).



Objaśnienia / Explanatory notes:

A – zapoczątkowanie kiełkowania, zwilżanie nasion / sprouting start, water spray; B – zakończenie kiełkowania, opróżnianie zbiornika kiełkowania / end of sprouting, emptying out container; C, D, E – pakowanie dojrzałych kiełków / wrapping up sprouts; 1 – nasiona / seeds; 2 – zbiornik do kiełkowania / sprouting container; 3 – zraszacz / sprinkler; 4 – hydrofobowe porowate podłoże / porous hydrophobic foam; 5 – folia opakowaniowa / wrap foil;

Rys. 5. Metoda kiełkowania i pakowania kiełków

Fig. 5. Method for sprouting and wrapping sprouts

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [19] / the authors' own study based on [19]

Podsumowanie

Dzięki rozpowszechnianiu wiedzy o walorach odżywczych, kiełki stanowią coraz większy udział w diecie, a nawet bywają jej podstawą, szczególnie w diecie wegetariańskiej i wegańskiej. Całoroczny dostęp i krótki czas produkcji czyni je jeszcze bardziej atrakcyjnymi dla producentów i konsumentów. Zwiększone zainteresowanie kiełkami prowadzi do rozwoju i unowocześniania metod kiełkowania, a także urządzeń do ich realizacji. Ze względu na możliwość zanieczyszczeń mikrobiologicznych coraz

bardziej zwraca się uwagę na jakość nasion i odpowiednie ich przygotowanie do procesu kiełkowania oraz warunki przebiegu samego procesu kiełkowania. Wydaje się, że przyszłością w produkcji kiełków będą metody zautomatyzowane, które zakładają minimalny udział człowieka. Pozwala to na eliminację jednego z potencjalnych źródeł zanieczyszczeń. Urządzenie zautomatyzowane przedstawione w pracy stwarza możliwość prowadzenia procesu kiełkowania w skali odpowiadającej potrzebom konsumentów. Automatyczny system hodowli kiełków stwarza również możliwość prowadzenia hodowli kiełków w miejscu ich sprzedaży, co skraca drogę dystrybucji i zapewnia świeży produkt.

Literatura

- [1] Azoulay S.S.: Automatic sprout vending machine. USA. Patent US 2008/0172938 A1.
- [2] Baenas N., Ferreres F., García-Viguera C., Moreno D.A.: Radish sprouts – Characterization and elicitation of novel varieties rich in anthocyanins. *Food Res. Int.*, 2015, 69, 305-312.
- [3] Baenas N., García-Viguera C., Moreno D.A.: Biotic elicitors effectively increase the glucosinolates content in *Brassicaceae* sprouts. *J. Agric. Food Chem.*, 2014, 62, 1881-1889.
- [4] Baenas N., García-Viguera C., Moreno D.A.: Elicitation: A tool for enriching the bioactive composition of foods. *Molecules*, 2014, 19, 13541-13563.
- [5] Cao S., Liu T., Jiang Y., He S., Harrison D.K., Joyce D.C.: The effects of host defence elicitors on betacyanin accumulation in *Amaranthus mangostanus* seedlings. *Food Chem.*, 2012, 134, 1715-1718.
- [6] Ebert A.W.: Sprouts, microgreens, and edible flowers: The potential for high value speciality produce in Asia. SEAVEG 2012 Regional Symposium on High Value Vegetables in Southeast Asia: Production, Supply and Demand. Chiang Mai, Thailand, 2012, pp. 216-227.
- [7] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ): Scientific opinion on the risk posed by Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and other pathogenic bacteria in seeds and sprouted seeds. *EFSA J.*, 2011, 9 (11), #2424.
- [8] Enomoto K., Takiyawa T., Ishikawa N., Suzuki T.: Hot-water treatments for disinfecting alfalfa seeds inoculated with *Escherichia coli*. *Food Sci. Technol. Res.*, 2002, 8, 247-251.
- [9] Frias J., Zieliński H., Piskula M., Kozłowska H., Vidal-Valverde C.: Inositol phosphate content and trypsin inhibitor activity in ready-to-eat cruciferous sprouts. *Food Chem.*, 2005, 93, 331-336.
- [10] Gozdecka G., Kaniewska J., Wardęcka L., Gęsiński K.: Wykorzystanie nasion komosy ryżowej do produkcji kiełków konsumpcyjnych. *Acta Agrophys.*, 2014, 21 (1), 27-34.
- [11] Grzesiuk S., Kulka K.: Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL, Warszawa 1981.
- [12] Gujjaiiah S., Kumari C.: Evaluation of changes in α -amylase, β -amylase and protease during germination of cereals. *IJASR*, 2013, 3 (3), 55-62.
- [13] Gulewicz P., Martínez-Villaluenga C., Frias J., Ciesiolka D., Gulewicz K., Vidal-Valverde C.: Effect of germination on the protein fraction composition of different lupin seeds. *Food Chem.*, 2008, 107, 830-844.
- [14] Crawford E.: Sales of sprouted grains to reach \$250 million in five years, expert predicts. [on line]. William Reed Business Media Ltd. Dostęp w Internecie [3.04.2017]: <http://www.foodnavigator-usa.com/Markets/Sprouted-grains-offer-significant-sales-growth-in-next-five-years>

- [15] Kaczmarek R.: W Polakach zaczyna kiełkować potrzeba zdrowego odżywiania. [on line]. Dostęp w Internecie [3.04.2017]: <http://www.portalspozywczy.pl/handel/wiadomosci/ekspert-w-polakach-zaczyna-kielkowac-potrzeba-zdrowego-odzywiania,129578.html>
- [16] Kaniewska J., Domoradzki M., Poćwiardowski W.: Przygotowanie nasion do produkcji kiełków konsumpcyjnych. *Acta Agrophys.*, 2010, 16 (2), 315-325.
- [17] Kaniewska J., Płaczkowska M., Poćwiardowski W.: Wpływ stężenia kwasu nadctowego na zdolność kiełkowania nasion rzodkiewki. *ZPPNR*, 2012, 570, 65-72.
- [18] Kayembe N.C., van Rensburg J.C.: Germination as a processing technique for soybeans in small-scale farming. *S. Afr. J. Anim.*, 2013, 43 (2), 167-173.
- [19] Krave C.A.: Method, apparatus and package for sprouting seeds. USA. Patent US 1981, 4.292.761.
- [20] Lee J.-D., Shannon J.G., Jeong Y.-S., Lee J.-M., Hwang Y.-H.: A simple method for evaluation of sprout characters in soybean. *Euphytica*, 2007, 153, 171-180.
- [21] Lee Y.Y., Park H.M., Hwang T.Y., Kim S.L., Kim M.J., Lee S.K., Seo M.J., Kim K.J., Kwon Y.-U., Lee S.C., Kim Y.H.: A correlation between tocopherol content and antioxidant activity in seeds and germinating seeds of soybean cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, 2015, 95 (4), 819-827.
- [22] Martínez-Villaluenga C., Frias J., Gulewicz P., Gulewicz K., Vidal-Valverde C.: Food evaluation of broccoli and radish sprouts. *FCT*, 2008, 46, 1635-1644.
- [23] Márton M., Mándoki Z., Csapó J.: Evaluation of biological value of wheat sprout. I. Fat content, fatty acid composition. *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*, 2010, 3, 53-65.
- [24] Meyerowitz S.: Kiełki, cudowny pokarm. Kompletny poradnik kiełkowania. PURANA, Wrocław 2011.
- [25] Morabito S.: Developments in improving the safety of sprouts. In: *Advances in Microbial Food Safety*. Vol. 2. Ed. J. Sofos. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, 2015, pp. 351-378.
- [26] Pająk P., Socha R., Gałkowska D., Rożnowski J., Fortuna T.: Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. *Food Chem.*, 2014, 143, 300-306.
- [27] Paško P., Bartoń H., Zagrodzki P., Gorinstein S., Fołta M., Zachwieja Z.: Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chem.*, 2009, 115, 994-998.
- [28] Piecyk M., Klepacka M., Worobiej E.: Zawartość inhibitorów trypsyny, oligosacharydów oraz fosforu fitynowego w preparatach białkowych otrzymanych z nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris*) metodą krystalizacji i izolacji klasycznej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, 3 (44), 92-104.
- [29] Plaza L., de Ancos B., Cano M.P.: Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum* L.) and alfalfa (*Medicago sativa*) treated by a new drying method. *Eur. Food Res. Technol.*, 2003, 216, 138-144.
- [30] Roh J.-S., Chung I.-M.: Method for manufacturing green elemental bean sprouts using yellow light. USA. Patent US 2003/0235644 A1.
- [31] Rozporządzenie wykonawcze Komisji UE 208/2013 z dnia 11 marca 2013 r. w sprawie wymogów dotyczących możliwości śledzenia kiełków i nasion przeznaczonych do produkcji kiełków. *Dz. Urz. UE L 68 z 12.03.2013*.
- [32] Sawyer G.M.: Sprouting device. USA. Patent US 1977, 4.006.557.
- [33] Strojewska I.: Spożycie owoców, warzyw i ich przetworów w Polsce. *Biuletyn Inf. ARR*, 2015, 3, 2-9.
- [34] Suzuki T.: Sprouting vegetable cultivation apparatus. USA. Patent US 1987, 4.642.939.
- [35] Takahashi M., Shibamoto T.: Chemical compositions and antioxidant/anti-inflammatory activities of steam distillate from freeze-dried onion (*Allium cepa* L.) sprout. *J. Agric. Food Chem.*, 2008, 56, 10462-10467.
- [36] Taormina P.J., Beuchat L.R., Slutsker L.: Infections associated with eating seed sprouts: An international concern. *Emerg. Infect. Dis.*, 1999, 5, 626-634.

- [37] Urbano G., Aranda P., Vilcher A., Aranda C., Cabrera L., Porres J.M., López-Jurado M.: Effects of germination on the composition and nutritive value of proteins in *Pisum sativum*. L. Food Chem., 2005, 93, 671-679.
- [38] Weiss A., Hammes W.P.: Efficacy of heat treatment in the reduction of salmonellae and *Escherichia coli* O157:H⁻ on alfalfa, mung bean and radish seeds used for sprout production. Eur. Food Res. Technol., 2005, 221, 187-191.
- [39] Xiao Z., Nou X., Luo Y., Wang Q.: Comparison of the growth of *Escherichia coli* O157: H7 and O104: H4 during sprouting and microgreen production from contaminated radish seeds. Food Microbiol., 2014, 44, 60-63.
- [40] Xu M.-J., Dong J.-F., Zhu M.-Y.: Effects of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprouts. J. Sci. Food Agric., 2005, 85, 943-947.
- [41] Yuan G., Wang X., Guo R., Wang Q.: Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts. Food Chem., 2010, 121, 1014-1019.

METHODS OF SPROUTING – FROM GROWING AT HOME TO INDUSTRIAL PRODUCTION

S u m m a r y

Sprouts were already known in ancient times; however, they were rediscovered in the 19th century when vegetarianism began to grow in importance and consumers excluded or limited meat in the diet consciously and deliberately, and not only for religious reasons. Among other things, owing to the nutritional qualities of sprouts, it is predicted that the foods market share of sprouts will be increasing. Rich chemical composition and relatively easy production technology make sprouts a desirable product. Another attractive feature of the sprouts is their all year long availability on the market unlike the seasonal fruits and vegetables. Along with the increase in the popularity of sprouts, numerous methods of their production also appeared. The paper presents and characterizes the methods for obtaining sprouts, both on the small and the industrial scale. Of the presented methods of sprouting, a jar method is named, which is the oldest yet the simplest method of producing sprouts. In a domestic environment, sprouters are often used; they consist of perforated trays arranged on top of each other and periodically washed with water. Larger tanks, climate cabinets or drum sprouters are used on a larger scale. In addition to the methods shown, those solutions are also described, which are found in the production of sprouts such as automatic machines in the form of vending machines. In the vending machine, sprouts can be produced at a place where they are vended, and the machine service is simple and limited to supplying the device with sprouting seeds.

Key words: sprouts, sprouting methods, jar method, tank method, drum sprouter ☒

MAGDALENA MICHALCZYK, RYSZARD MACURA, GRZEGORZ FIUTAK

WPLYW WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA NA ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW BIOAKTYWNYCH W NIEUTRWALONYCH TERMICZNIE SOKACH OWOCOWYCH I WARZYWNYCH

Streszczenie

Nieutrwalone termicznie soki owocowe i warzywne o krótkim dopuszczalnym okresie przechowywania są popularnymi produktami o niskim stopniu przetworzenia. Wytwarza się je m.in. z owoców cytrusowych, jabłek, marchwi, buraków, a także innych warzyw. Celem pracy była ocena stabilności wybranych produktów w czasie ich składowania. Ocenie poddano świeże oraz przechowywane handlowe soki marchwiowe, marchwiowo-selerowe i jabłkowe. Produkty składowano bez dostępu światła w temp. 0 ± 1 °C i 6 ± 1 °C oraz przy jego dostępie w temp. 6 ± 1 °C. W wyrobach oznaczono zawartość karotenoidów, polifenoli ogółem, witaminy C, suchej masy, barwę w systemie CIE $L^*a^*b^*$, aktywność polifenolooksydazy oraz właściwości antyoksydacyjne. Zawartość karotenoidów ogółem w świeżych sokach marchwiowych i marchwiowo-selerowych wynosiła $55 \div 78$ mg·kg⁻¹. Zawartość polifenoli ogółem w sokach jabłkowych wynosiła $1740 \div 1810$ mg·kg⁻¹, a w marchwiowych i marchwiowo-selerowych – $651 \div 882$ mg·kg⁻¹. W przewidzianym okresie przechowywania bardzo dobrą stabilnością pod względem zawartości badanych składników bioaktywnych cechowały się soki składowane w temp. 0 ± 1 °C bez dostępu światła. Różnica barwy (ΔE) między próbkami świeżymi a składowanymi we wszystkich warunkach wynosiła poniżej 2. Uzyskane wyniki wskazują, że ze względu na dość dużą zawartość oznaczonych substancji bioaktywnych surowe soki mogą być rozważane jako substytut świeżych owoców i warzyw.

Słowa kluczowe: surowe soki, przechowywanie, karotenoidy, witamina C, polifenole ogółem

Wprowadzenie

Wzrastające zapotrzebowanie na różnego rodzaju owocowe i warzywne produkty nisko przetworzone spowodowało, że nieutrwalone termicznie soki o bardzo krótkim okresie przydatności do spożycia znalazły się w stałej ofercie handlowej. Zalecany przez producentów dopuszczalny czas przechowywania tych produktów zależy od

Dr hab. inż. M. Michalczyk, dr hab. inż. R. Macura, dr inż. G. Fiutak, Katedra Chłodziwnictwa i Koncentratów Spożywczych, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków. Kontakt: rrmichal@cyf-kr.edu.pl

gatunku surowca wykorzystywanego do produkcji i wynosi zwykle od jednego do kilku dni. Surowcem do produkcji wyrobów nisko przetworzonych są najczęściej owoce cytrusowe, marchew, seler, jabłka, buraki i jarmuż, czasem sprzedawane są również soki z kiszonej kapusty. Jednak rozwój tego sektora przemysłu jest ograniczany właśnie krótkim okresem przydatności soków [25]. Oceną jakości mikrobiologicznej soków marchwiowych dostępnych w handlu zajmowały się Gientka i wsp. [9]. Nie stwierdziły one obecności drobnoustrojów patogennych w analizowanych próbkach. Po okresie przechowywania odnotowały natomiast wzrost zanieczyszczenia mikrobiologicznego soków w części grup oznaczanych mikroorganizmów, w tym ogólnej liczby drobnoustrojów.

Newman i wsp. [15] zwracają uwagę, że informacje na temat zawartości składników odżywczych w tych produktach są bardzo ograniczone, a spożycie nieutralizowanych soków może mieć duży udział w dostarczaniu cennych składników codziennej diety. Stąd też, zdaniem cytowanych autorów, niezbędna jest bardziej dokładna charakterystyka świeżych soków warzywnych i owocowych pod względem ich wartości odżywczej i prozdrowotnej. Takie soki mogą być też dla części konsumentów bardziej atrakcyjne sensorycznie niż surówki uzyskane z tych samych warzyw i dzięki temu stanowić istotną część jadłospisu pod względem dietetycznym. W licznych badaniach udowodniono, że spożycie surowych warzyw ma zdecydowanie korzystny wpływ na zdrowie [1, 10, 26]. W niektórych publikacjach [1, 8] podkreśla się znaczenie surowych warzyw, ponieważ ich autorzy nie zaobserwowali podobnie korzystnego wpływu warzyw gotowanych na zmniejszenie zapadalności na badane choroby nowotworowe. Steinmetz i Potter [26] podają, że w 85 % analizowanych przez nich badań wskazuje się na ochronny wpływ surowych warzyw przeciw zachorowaniom na nowotwory. Wśród warzyw o najbardziej korzystnym wpływie na zdrowie autorzy wymieniają warzywa cebulowe, kapustowate, warzywa zielone, a także marchew i pomidory.

Celem pracy była ocena wpływu warunków przechowywania na zawartość substancji bioaktywnych w handlowych, nieutralizowanych termicznie sokach marchwiowym, marchwiowo-selerowym i jabłkowym.

Materiał i metody badań

Surowcem do badań przechowalniczych były nieutralizowane cieplnie soki składowane w butelkach z bezbarwnego szkła, pochodzące od różnych producentów (I i II). Oceniano soki: marchwiowy, marchwiowo-selerowy i jabłkowy. Próbki przechowywano w temp. 0 ± 1 °C bez dostępu światła oraz w temp. 6 ± 1 °C w wersjach z dostępem światła rozproszonego (szklana witryna chłodnicza) oraz bez dostępu światła. Analizom poddawano produkty świeże oraz po jednej dobie przechowywania soków marchwiowych i marchwiowo-selerowych i po trzech dobach przechowywania soków jabłkowych.

Suchą masę oznaczano w suszarce próżniowej w obecności czynnika odwadniającego w temp. 70 °C. Próbkę suszono do stałej masy.

Sumę karotenoidów oznaczano spektrofotometrycznie według AOAC [2]. Absorbancję mierzono przy długości fali $\lambda = 436$ nm przy użyciu spektrofotometru CECIL CE-9500 (Cecil Instruments, Cambridge, England). Rozdział barwników karotenoidowych przeprowadzano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) według Chena i Tanga [6] w układzie izokratycznym, przy użyciu chromatografu La-Chrom (Merck-Hitachi). Stosowano kolumnę oktadecylosilanową LichroCART 4-250 RP-18 i detektor diodowy DAD L-7450. Jako fazę ruchomą zastosowano mieszaninę metanolu i dichlorometanu (99 : 1 v/v) w przepływie 1 ml/min i przy temperaturze kolumny 30 °C. Z zarejestrowanych map DAD wyodrębniano profile chromatograficzne przy długości fali $\lambda = 450$ nm i wyznaczano względne zawartości luteiny, α -karotenu i β -karotenu.

Zawartość polifenoli ogółem oznaczano metodą Singletona i Rossiego [24] z użyciem odczynnika Folina-Ciocalteu'a. Pomiarów absorbancji dokonywano przy $\lambda = 750$ nm. Wyniki wyrażano w mg/100 g jako ekwiwalent kwasu gallusowego (GAE).

Aktywność polifenolooksydazy mierzono zgodnie z procedurą podaną przez Cano i wsp. [5]. W tym celu do 0,1 g próbki dodawano 2,9 ml 0,07 M roztworu katecholu w 0,05 M buforze fosforanowym (pH 7,0) i mierzono przyrost absorbancji przy długości fali $\lambda = 420$ nm w spektrofotetrze Cecil UV/VIS CE 9500. Aktywność polifenolooksydazy, wyrażaną jako $\Delta A \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ soku, obliczano na podstawie nachylenia liniowej części krzywej w ciągu do 3 min.

Zawartość witaminy C oznaczano z wykorzystaniem HPLC (chromatograf La-Chrom Merck-Hitachi) zgodnie z normą PN-EN-14130:2004 [21]; do ekstrakcji stosowano kwas metafosforowy. Detekcję prowadzono przy długości fali $\lambda = 265$ nm.

Siłę redukującą (określającą właściwości przeciwutleniające poprzez zdolność ekstraktu uzyskanego z surowca do redukcji jonów Fe^{3+} do Fe^{2+}) oznaczano metodą opisaną przez Yena i Chena [29], mierząc absorbancję próbek przy długości fali $\lambda = 700$ nm, 7 min po rozpoczęciu reakcji. Rezultaty wyrażano w mg/100 g jako ekwiwalent kwasu L-askorbinowego (AAE).

Pomiary pH wykonywano pehametrem HI 9025 (Hanna Instruments, USA).

Analizę barwy wykonywano w systemie CIE $L^*a^*b^*$ w szklanych naczyniach pomiarowych przy użyciu spektrofotometru Konica-Minolta CM-5 ustawionego na światło dzienne D65 i 2° obserwatora kalibrowanego na wzorcu bieli i czerni. Zmiany barwy ΔE po okresie przechowywania w stosunku do soków świeżych obliczano z równania: $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$.

Pomiary badanych parametrów wykonano w trzech powtórzeniach (analizowano trzy opakowania produktów z tej samej partii). Pomiary barwy wykonano w co najmniej pięciu powtórzeniach. Wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji

(ANOVA). Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Scheffe ($p < 0,05$). Pomiedzy siłą redukującą a zawartością polifenoli, witaminy C i zawartością karotenoidów wyznaczono współczynniki korelacji. Obliczenia wykonywano przy użyciu pakietu Statistica (Stat Soft, Inc., USA).

Wyniki i dyskusja

Zawartość suchej masy w sokach marchwiowych, marchwiowo-selerowych i jabłkowych (tab. 1, 2 i 3) była zbliżona w obrębie danego gatunku surowca. Dla porównania, zawartość suchej masy w różnych odmianach marchwi na podstawie danych literaturowych wynosi $9,5 \div 14$ % [11, 14, 22], a w jabłkach średnio 15 % ($9 \div 18$ %) [19], zawartość ekstraktu – $10 \div 15,5$ % [20]. Uzyskane wyniki wskazują, że badane soki prawdopodobnie zachowały większość składników obecnych w surowcach.

Zawartość karotenoidów w przechowywanych sokach przedstawiono w tab. 1. i 2. Statystycznie istotne straty tego składnika nastąpiły w części przypadków w produktach przechowywanych w temp. 6 ± 1 °C przy dostępie rozproszonego światła. Największe ubytki w tych warunkach składowania zaobserwowano w odniesieniu do luteiny. Ksantofil ten ma zasadnicze znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania wzroku [27]. Działanie czynników utleniających i wolnych rodników na karotenoidy powoduje pękanie sprzężonych wiązań podwójnych i przekształcanie się ich do pochodnych karbonylowych lub epoksydów. Towarzyszy temu utrata barwy [27]. Zawartość karotenoidów w pomarańczowych odmianach marchwi wynosi ok. $5 \div 18$ mg/100 g [3, 14], a w odmianach wysokokarotenoidowych nawet ok. 40 mg/100 g [3]. Zawartość karotenoidów w sokach marchwiowych na poziomie ok. 7 mg/100 g jest wynikiem mieszczącym się w podanym zakresie. Chen, Peng i Chen [7] analizowali zmiany zawartości karotenoidów w zakwaszonych, pasteryzowanych sokach marchwiowych przechowywanych przez 3 miesiące w temp. 4, 25 i 35 °C z dostępem oraz bez dostępu światła i również stwierdzili, że wraz ze wzrostem temperatury przechowywania zmniejszała się zawartość omawianych związków. W pracy tych autorów także dostęp światła przyczyniał się do większych strat. Jednak różnica pomiędzy warunkami z dostępem i bez dostępu światła nie była duża.

Zawartość witaminy C przedstawiono w tab. 1., 2., i 3. Soki marchwiowe zawierały niewielkie jej ilości, natomiast jabłkowe były w nią dość bogate. Producenci nie deklarowali dodatku witaminy C. Zawartość witaminy C w jabłkach wynosi $0,6 \div 46$ mg w 100 g. Zwłaszcza kwaśniejsze i stare odmiany są w nią bogate [20]. Wyższa ze stosowanych temperatur przechowywania powodowała większe ubytki witaminy C. Ogólnie w soku jabłkowym związek ten wykazał dużą stabilność w trakcie przechowywania. Zawartość witaminy C w różnych odmianach marchwi według Nawirskiej i Król [14] wynosi $1,6 \div 6$ mg/100 g.

Zawartość polifenoli i aktywność polifenoloksydazy przedstawiono w tab. 1., 2. i 3. Polifenoloksydaza ma zdolność przekształcania *o*-dihydroksyfenoli w *o*-benzochinony, czego następstwem jest brązowienie wpływające zarówno na barwę, jak i smakowitość produktów [13]. W sokach warzywnych zaobserwowano wysoką aktywność tego enzymu i mniejszą zawartość polifenoli, natomiast w sokach jabłkowych odwrotnie. Łoś i wsp. [12] na podstawie badań różnych gatunków owoców odnotowali, że te charakteryzujące się niższą kwasowością, np. gruszki, cechują się równocześnie wysoką aktywnością polifenolooksydazy. Aktywność tego enzymu różni się w zależności od odmiany jabłek. Sieliwanowicz i wsp. [23] w soku przecierowym z jabłek odmiany 'Lobo' oznaczyli ją na poziomie 11 razy wyższym niż w produkcie z odmiany 'Szampion'. Po okresie przechowywania analizowanych w niniejszej pracy produktów aktywność tego enzymu w sokach jabłkowych obniżyła się znacząco, a w produktach warzywnych wzrosła ponad dwukrotnie. W sokach jabłkowych zawartość polifenoli ogółem zmniejszyła się nieznacznie w produkcie przechowywanym przez 3 dni w temp. 6 ± 1 °C, natomiast w produktach przechowywanym w temp. 0 ± 1 °C nie zaobserwowano żadnych zmian. W sokach warzywnych zmiany zawartości tych składników były niewielkie. Tobolková i wsp. [28] podali, że niezależnie od warunków świetlnych w pasteryzowanych sokach ananasowych przechowywanych w temp. 7 °C przez 26 tygodni stwierdzono niewielkie zmniejszenie stężenia składników polifenolowych. Zawartość polifenoli w różnych odmianach jabłek oznaczona tą samą metodą wynosiła $31,4 \div 222,2$ mg/100 g [4], więc zawartość tych związków na poziomie $170 \div 180$ mg/100 g w świeżym soku jabłkowym mieści się w górnym zakresie dla tego surowca. W literaturze podkreśla się zdecydowanie wyższą aktywność prozdrowotną soków mętnych niż klarowanych [16, 17, 18]. Nieutralane termicznie, bogate w związki fenolowe soki jabłkowe dobrze wpisują się w te tendencje.

Większą wartością siły redukującej, będącej wskaźnikiem właściwości antyoksydacyjnych, charakteryzowały się soki jabłkowe w porównaniu z marchwiowymi, co najprawdopodobniej wynika z różnic zawartości polifenoli oraz witaminy C w obu tych produktach. Wartości wskaźnika właściwości antyoksydacyjnych soków jabłkowych nie ulegały istotnym zmianom w trakcie przechowywania, natomiast soków warzywnych wyraźnie obniżały się zwłaszcza w temp. 6 ± 1 °C. Współczynnik korelacji pomiędzy siłą redukującą a zawartością polifenoli wynosił $r = 0,98$, pomiędzy siłą redukującą a zawartością witaminy C $r = 0,99$, natomiast siłą redukującą a zawartością karotenoidów $r = 0,05$.

Tabela 1. Wartości wybranych parametrów w przechowywanych sokach marchwiowych
Table 1. Values of selected parameters of stored carrot juices

Warunki przechowywania Storage conditions [°C]	Zawartość suchej masy Dry matter content	Zawartość witaminy C Vitamin C content	Zawartość β -karotenu β -carotene content	Zawartość α -karotenu α -carotene content	Zawartość luteiny Lutein content	Sila redukująca Reducing power AAE	Zawartość polifenoli ogółem Total polyphenols content	Aktywność polifenoloksydazy Polyphenoloxidase activity
	[%]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[Δ Amin ⁻¹ ·g ⁻¹]
I								
Świeży / Fresh	7,4 ^a ± 0,4	1,1 ^{ab} ± 0,1	5,1 ^a ± 0,2	2,1 ^a ± 0,1	0,6 ^a ± 0,0	23,6 ^a ± 1,5	65,1 ^a ± 3,5	0,5 ^a ± 0,0
0 ÷ 1 D	-	1,4 ^a ± 0,2	5,1 ^a ± 0,3	2,1 ^a ± 0,2	0,6 ^{ab} ± 0,1	19,0 ^b ± 1,2	60,3 ^{ab} ± 3,6	1,2 ^b ± 0,1
6 ± 1 D	-	1,6 ^a ± 0,3	4,7 ^a ± 0,2	2,0 ^a ± 0,1	0,6 ^{ab} ± 0,1	13,4 ^c ± 0,8	56,6 ^b ± 4,3	1,3 ^b ± 0,1
6 ± 1 L	-	0,9 ^b ± 0,2	4,6 ^a ± 0,3	2,0 ^a ± 0,1	0,5 ^b ± 0,0	14,9 ^c ± 1,6	62,1 ^{ab} ± 3,9	1,2 ^b ± 0,0
II								
Świeży / Fresh	7,0 ^a ± 0,3	2,1 ^a ± 0,3	4,3 ^a ± 0,2	2,1 ^a ± 0,1	0,5 ^a ± 0,1	27,7 ^a ± 1,4	71,0 ^a ± 3,9	0,5 ^a ± 0,0
0 ÷ 1 D	-	1,8 ^a ± 0,2	4,2 ^a ± 0,2	2,0 ^a ± 0,1	0,5 ^a ± 0,0	21,4 ^b ± 1,2	65,0 ^a ± 3,4	1,0 ^b ± 0,0
6 ± 1 D	-	1,7 ^{ab} ± 0,3	3,8 ^{ab} ± 0,3	2,0 ^a ± 0,1	0,5 ^a ± 0,1	15,5 ^c ± 1,0	58,6 ^b ± 3,8	1,2 ^c ± 0,0
6 ± 1 L	-	1,2 ^b ± 0,2	3,7 ^b ± 0,2	1,6 ^b ± 0,0	0,3 ^b ± 0,0	16,3 ^c ± 1,5	65,9 ^{ab} ± 7,0	1,0 ^b ± 0,1

Objaśnienia / Explanatory notes:

D – próbki przechowywane bez dostępu światła / samples stored without light;

L – próbki przechowywane przy dostępie dziennego światła rozproszonego / samples stored under diffuse daylight;

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviation; a, b, c – 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 ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Wartości wybranych parametrów w przechowywanych sokach marchwiowo-selerowych
Table 2. Values of selected parameters of stored carrot-celery juices

Warunki przechowywania Storage conditions [°C]	Zawartość suchej masy Dry matter content	Zawartość witaminy C Vitamin C content	Zawartość β -karotenu β -carotene content	Zawartość α -karotenu α -carotene content	Zawartość luteiny Lutein content	Siła redukująca Reducing power AAE	Zawartość poli-fenoli ogółem Total polyphenols content	Aktywność polifenolo-oksydazy Polyphenolo-oxidase activity
	[%]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[Δ Amin ⁻¹ g ⁻¹]
I								
Świeży / Fresh	7,2 ^a ± 0,3	1,6 ^a ± 0,2	3,7 ^a ± 0,1	1,4 ^a ± 0,1	0,4 ^a ± 0,0	22,6 ^a ± 2,2	84,5 ^a ± 2,3	0,5 ^a ± 0,0
0 ÷ 1 D	-	1,6 ^a ± 0,3	3,8 ^a ± 0,1	1,4 ^a ± 0,1	0,4 ^a ± 0,0	21,2 ^a ± 1,9	78,3 ^b ± 2,8	1,3 ^b ± 0,1
6 ± 1 D	-	1,0 ^a ± 0,3	3,5 ^{ab} ± 0,2	1,4 ^a ± 0,1	0,4 ^a ± 0,0	11,5 ^b ± 1,6	76,3 ^b ± 3,6	1,2 ^b ± 0,1
6 ± 1 L	-	1,2 ^a ± 0,2	3,4 ^b ± 0,1	1,3 ^a ± 0,0	0,4 ^a ± 0,0	19,7 ^c ± 1,1	79,3 ^{ab} ± 3,0	1,3 ^b ± 0,0
II								
Świeży / Fresh	6,8 ^a ± 0,3	2,1 ^a ± 0,2	3,8 ^a ± 0,1	1,7 ^{ab} ± 0,1	0,3 ^a ± 0,0	30,9 ^a ± 1,5	88,2 ^a ± 3,1	0,6 ^a ± 0,0
0 ÷ 1 D	-	1,8 ^a ± 0,1	3,8 ^a ± 0,1	1,6 ^a ± 0,0	0,3 ^a ± 0,0	23,9 ^b ± 1,4	82,3 ^{ab} ± 2,9	1,5 ^b ± 0,0
6 ± 1 D	-	1,2 ^b ± 0,1	3,1 ^b ± 0,1	1,8 ^b ± 0,1	0,3 ^a ± 0,0	14,6 ^c ± 2,0	80,1 ^b ± 2,8	1,2 ^c ± 0,1
6 ± 1 L	-	1,3 ^b ± 0,1	2,7 ^c ± 0,1	1,4 ^c ± 0,0	0,2 ^b ± 0,0	16,7 ^c ± 1,8	83,4 ^{ab} ± 3,2	1,3 ^c ± 0,0

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

Tabela 3. Wartości wybranych parametrów w przechowywanych sokach jabłkowych
 Table 3. Values of selected parameters of stored apple juices

Warunki przechowywania Storage conditions [°C]	Zawartość suchej masy Dry matter content	Zawartość witaminy C Vitamin C content	Siła redukująca Reducing power AAE	Zawartość polifenoli ogółem Total polyphenols content	Aktywność polifenolo- oksydazy Polyphenolo- oxidase activity
	[%]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[$\Delta A_{min}^{-1} g^{-1}$]
I					
Świeży / Fresh	9,6 ^a ± 0,3	17,3 ^a ± 0,9	85,2 ^a ± 5,5	174,2 ^a ± 6,8	0,28 ^a ± 0,01
0 ÷ 1 D	-	17,9 ^a ± 0,8	86,3 ^a ± 3,9	174,3 ^a ± 7,8	0,09 ^b ± 0,02
6 ± 1 D	-	16,9 ^a ± 0,8	77,8 ^a ± 4,6	152,2 ^b ± 5,3	0,07 ^b ± 0,01
6 ± 1 L	-	17,2 ^a ± 0,5	75,8 ^a ± 5,7	150,3 ^b ± 4,6	0,06 ^b ± 0,01
II					
Świeży / Fresh	9,5 ^a ± 0,1	19,0 ^a ± 1,1	84,0 ^a ± 5,6	181,2 ^a ± 8,2	0,25 ^a ± 0,02
0 ÷ 1 D		18,4 ^{ab} ± 1,1	84,6 ^a ± 6,0	180,3 ^a ± 7,1	0,04 ^b ± 0,00
6 ± 1 D		16,1 ^b ± 1,0	83,4 ^a ± 5,2	177,5 ^a ± 6,0	0,05 ^b ± 0,01
6 ± 1 L		16,3 ^b ± 0,9	78,6 ^a ± 4,7	170,1 ^a ± 5,1	0,04 ^b ± 0,01

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

W sokach przechowywanych w temp. 0 ÷ 1 °C różnica barwy między próbkami świeżymi a składowanymi wynosiła poniżej 0,2. Natomiast w sokach składowanych w temp. 6 ± 1 °C różnica ta zawierała się w przedziale 1,14 ÷ 1,88. Pierwsza zauważalna różnica barwy dla doświadczanego obserwatora to właśnie wartości ΔE z zakresu ok. 2.

Zmiany pH soków marchwiowych, marchwiowo-selerowych i jabłkowych w czasie przechowywania były nieznaczne i zawierały się odpowiednio w zakresach: 6,58 ÷ 6,51, 6,56 ÷ 6,45 i 3,59 ÷ 3,46.

Wnioski

1. Oceniane soki charakteryzowały się dość dużą zawartością substancji bioaktywnych charakterystycznych dla danego surowca.
2. Największą stabilnością pod względem zawartości takich składników, jak karotenoidy ogółem, polifenole ogółem oraz witamina C cechowały się soki przechowywane w temp. 0 ÷ 1 °C bez dostępu światła.
3. W składowanych produktach nie stwierdzono znaczących zmian barwy.
4. Uzyskane wyniki wskazują, że ze względu na dość dużą zawartość substancji bioaktywnych surowe soki mogą być rozważane jako atrakcyjny substytut świeżych owoców i warzyw.

Badania zostały sfinansowane z dotacji przyznanej przez MNiSW na działalność statutową.

Literatura

- [1] Adzersen K.H., Jess P., Freivogel W., Gerhard I., Bastert G.: Raw and cooked vegetables, fruits, selected micronutrients, and breast cancer risk: A case-control study in Germany. *Nutr. Cancer*, 2003, 46 (2), 131-137.
- [2] AOAC Official Method 941.15. Carotene in fresh plant materials and silages. In: AOAC Official Methods of Analysis. 15th ed. Ed. K. Helrich. AOAC International, Washington 1995.
- [3] Barański R., Allender C., Klimek-Chodacka M.: Towards better tasting and more nutritious carrots: Carotenoid and sugar content variation in carrot genetic resources. *Food Res. Int.*, 2012, 47, 182-187.
- [4] Biegańska-Marecik R., Czapski J.: Porównanie przydatności odmian jabłek do produkcji plastrów o małym stopniu przetworzenia. *Acta Sci. Pol., Technol. Alim.*, 2003, 2 (2), 115-127.
- [5] Cano M.P., de Ancos B., Lobo M.G., Santos M.: Improvement of frozen banana (*Musa cavendishii*, cv. Enana) colour by blanching: Relationship between browning, phenols and polyphenol oxidase and peroxidase activities. *Eur. Food Res. Technol.*, 1997, 204, 60-65.
- [6] Chen B.H., Tang Y.C.: Processing and stability of carotenoid powder from carrot pulp waste. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, 46, 2312-2318.
- [7] Chen H.E., Peng H.Y., Chen B.H.: Stability of carotenoids and vitamin A during storage of carrot juice. *Food Chem.*, 1996, 57 (4), 497-503.
- [8] Franceschi S., Favero A., La Vecchia C., Negri E., Dal Maso L., Salvini S., Decarli A., Giacosa A.: Influence of food groups and food diversity on breast cancer risk in Italy. *Int. J. Cancer*, 1995, 63, 785-789.
- [9] Gientka I., Chlebowska-Śmigiel A., Sawikowska K.: Zmiany jakości mikrobiologicznej soków marchwiowych podczas próby przechowalniczej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2012, XLV, 3, 397-401.
- [10] Katsouyanni K., Trichopoulos D., Boyle P., Xirouchaki E., Trichopoulou A., Lisseos B., Vasilaros S., MacMahon B.: Diet and breast cancer: A case-control study in Greece. *Int. J. Cancer*, 1986, 38, 815-820.
- [11] Katulski B., Zawirska-Wojtasiak R., Wąsowicz E.: Zachowanie aromatu, zdolność rehydracyjna i cechy sensoryczne suszów marchwi otrzymywanych metodą mikrofalowo-próżniową. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, 4 (29), 57-65.
- [12] Łoś J., Wilska-Jeszka J., Pawlak M.: Enzymatic oxidation of polyphenols in fruit products and model solutions. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1996, 46 (5), 83-93.
- [13] Martinez M.V., Whitaker J.R.: The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends Food Sci. Technol.*, 1995, 6, 195-200.
- [14] Nawirska A., Król A.: Marchew. Porównanie wybranych składników chemicznych czterech odmian. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2004, 1, 25-26.
- [15] Newman V., Faerber S., Zoumas-Morse C., Rock C.L.: Amount of raw vegetables and fruits needed to yield 1 c juice. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2002, 102 (7), 975-977.
- [16] Oszmiański J., Wojdyło A.: Comparative study of phenolic content and antioxidant activity of strawberry puree, clear, and cloudy juices. *Eur. Food Res. Technol.*, 2009, 228 (4), 623-631.
- [17] Oszmiański J., Wojdyło A.: Soki naturalnie mętne – dobry kierunek w przetwórstwie jabłek. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2006, 50 (2), 20-21.
- [18] Oszmiański J., Wolniak M., Wojdyło A., Wawer J.: Comparative study of polyphenolic content and antiradical activity of cloudy and clear apple juices. *J. Sci. Food Agric.*, 2007, 87 (4), 573-579.

- [19] Pijanowski E. (Red.): *Technologia produktów owocowych i warzywnych*. Tom 1. PWRiL, Warszawa 1976.
- [20] Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A., Jarczyk A.: *Technologia produktów owocowych i warzywnych*. PWRiL, Warszawa 1973.
- [21] PN-EN 14130:2004. *Artykuły żywnościowe. Oznaczanie witaminy C metodą HPLC*.
- [22] Sharma K.D., Karki S., Thakur N.S., Attri S.: Chemical composition, functional properties and processing of carrot-a review. *J. Food Sci. Technol.*, 2012, 49 (1), 22-32.
- [23] Sieliwanowicz B., Hałasińska A.G., Trzcińska M., Jakubowski A., Lipowski J., Skąpska S.: Zmiany zawartości związków fenolowych, parametrów barwy i aktywności przeciwutleniającej w czasie przechowywania soków z wybranych odmian jabłek. *Acta Sci. Pol., Technol. Alim.*, 2005, 4 (1), 83-91.
- [24] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.*, 1965, 16, 144-158.
- [25] Song H.P., Byun M.W., Jo C., Lee C.H., Kim K.S., Kim D.H.: Effects of gamma irradiation on the microbiological, nutritional, and sensory properties of fresh vegetable juice. *Food Control*, 2007, 18, 5-10.
- [26] Steinmetz K.A., Potter J.D.: Vegetables, fruit, and cancer prevention: A review. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1996, 96 (10), 1027-1039.
- [27] Szterk A., Lewicki P.P.: Karotenoidy i ich funkcje biologiczne. *Przem. Spoż.*, 2007, 7, 32-34.
- [28] Tobolková R., Durec J., Belajová E., Mihalíková M., Polovka M., Suhaj M., Daško L., Šimko P.: Effect of light conditions on physico-chemical properties of pineapple juice with addition of small pineapple pieces during storage. *J. Food Nutr. Res.*, 2013, 52 (3), 181-190.
- [29] Yen G.C., Chen H.Y.: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, 43, 27-32.

EFFECT OF STORAGE CONDITIONS ON THE CONTENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS OF THERMALLY NON-PRESERVED FRUIT AND VEGETABLE JUICES

S u m m a r y

Thermally non-preserved fruit and vegetable juices with a very short shelf life are popular, low-processed products. They are produced, among other things, from citrus fruits, apple, carrot, beetroot, and other vegetables. The objective of the research study was to evaluate the stability of some selected products during their storage. Evaluated were commercial carrot, carrot-celery and apple juices, both fresh and stored. The products analyzed were stored at $0 \pm 1^\circ\text{C}$ and $6 \pm 1^\circ\text{C}$ in the dark and at $6 \pm 1^\circ\text{C}$ under daylight. The following was determined in the juices: contents of carotenoids, total polyphenols, vitamin C, and of dry matter, colour in the CIE system ($L^*a^*b^*$), polyphenoloxidase activity, and antioxidant properties of the juices. The total carotenoids content in fresh carrot and carrot-celery juices varied from 55 to $78\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. The total polyphenol content in apple juices ranged between 1740 and $1810\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, while the carrot and carrot-celery juices contained from $651\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ to $882\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of polyphenols. During the stipulated storage period, the juices stored at $0 \pm 1^\circ\text{C}$ without light were characterized by a very good stability in terms of the content of bioactive ingredients analyzed. The colour difference (ΔE) between fresh samples and those stored under all the conditions was below 2. The results obtained indicate that due to the relatively high content of analyzed bioactive substances fresh juices may be considered as a substitute for fresh fruits and vegetables.

Key words: raw juices, storage, carotenoids, vitamin C, total phenolics 

MAGDALENA GAJEWSKA, ANNA GŁOWACKA

OCENA ZANIECZYSZCZENIA GRZYBAMI PLEŚNIOWYMI SUSZONYCH ZIOŁ I PRZYPRAW DOSTĘPNYCH W SKLEPACH EKOLOGICZNYCH I HIPERMARKETACH

Streszczenie

Celem pracy było określenie poziomu zanieczyszczenia grzybami strzępkowymi suszonych ziół oraz przypraw dostępnych w sprzedaży detalicznej w sklepach ekologicznych i hipermarketach województwa łódzkiego. Badaniami objęto 13 rodzajów produktów: czosnek (*Allium sativum*), koper (*Anethum graveolens*), natkę pietruszki (*Petroselinum crispum*), bazylię (*Ocimum basilicum*), oregano (*Origanum vulgare*), estragon (*Artemisia dracunculus*), tymianek (*Thymus vulgaris*), majeranek (*Origanum majorana*), gałkę muszkatołową (*Myristica fragans*), curry (*Helichrysum angustifolia*), kurkumę (*Curcuma longa*), pieprz czarny (*Piper nigrum*), paprykę słodką (*Capsicum annuum*). Analiza mikrobiologiczna obejmowała oznaczenie liczby grzybów pleśniowych i ich skład jakościowy. Zanieczyszczenie badanych ziół oraz przypraw przez grzyby strzępkowe było zróżnicowane i nie przekraczało poziomu 10^4 jtk·g⁻¹. W czterech produktach: bazylii, curry, kurkumie i papryce słodkiej próbki zakupione w hipermarkecie charakteryzowały się istotnie większym zanieczyszczeniem przez pleśnie w porównaniu z próbkami pochodzącymi ze sklepu ekologicznego. Wykazano brak zróżnicowania poziomu zanieczyszczenia grzybami strzępkowymi badanych produktów w zależności od miejsca zakupu. Średnia liczba pleśni w ziołach i przyprawach zakupionych w sklepach ekologicznych oraz w produktach pochodzących z hipermarketu kształtowała się na podobnym poziomie. Stwierdzono natomiast zróżnicowanie poziomu zanieczyszczenia pleśniami w zależności od rodzaju przyprawy. Wyizolowane z suszonych ziół oraz przypraw grzyby strzępkowe należały łącznie do 5 rodzajów. Zidentyfikowano pleśnie z rodzaju *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus*), *Penicillium*, *Mucor*, *Alternaria* i *Cladosporium*.

Słowa kluczowe: suszone zioła, przyprawy, zanieczyszczenie mikrobiologiczne, grzyby pleśniowe

Mgr inż. M. Gajewska, Zakład Jakości Żywności, ul. Marszałka J. Piłsudskiego 84, 92-202 Łódź, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego, ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa, dr hab. n. med. A. Głowacka, prof. nadzw, Katedra Nauk Podstawowych, Wydz. Wojskowo-Lekarski, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Żeligowskiego 7/9, 90-647 Łódź.
Kontakt: magdalena.gajewska@ibprs.pl

Wprowadzenie

Rośliny przyprawowe oraz przyprawy zwiększają walory sensoryczne żywności, poprawiają smak i zapach potraw, a także zwiększają ich wartość odżywczą oraz trwałość. Są powszechnie stosowane w przemyśle spożywczym, gastronomii oraz w gospodarstwach domowych nie tylko z uwagi na niepowtarzalny smak i aromat, ale także ze względu na obecność w ich składzie związków biologicznie aktywnych [1].

Konsument zainteresowany jest nie tylko wartością odżywczą nabywanych produktów spożywczych, lecz również ich bezpieczeństwem zdrowotnym. W ostatnich latach znacząco wzrosło zainteresowanie składnikami biologicznie aktywnymi, w tym przeciwutleniaczami, występującymi w roślinach z uwagi na ich korzystny wpływ na zdrowie człowieka [1, 4, 14, 15] i ważną rolę w prewencji tzw. chorób cywilizacyjnych [11, 17, 19]. Wyniki prowadzonych badań potwierdzają, że zioła i przyprawy stanowią bogate źródło naturalnych związków o właściwościach przeciwutleniających. Niemniej jednak, podobnie jak wiele innych płodów rolnych, zioła i przyprawy są narażone na różnego rodzaju zanieczyszczenia mikrobiologiczne, które w znacznym stopniu zależą od warunków środowiska. Zanieczyszczenie może nastąpić na każdym etapie produkcji, czyli podczas uprawy, jak i w czasie zbioru, obróbki, przechowywania i transportu [20].

Wyniki badań związanych z oceną mikrobiologiczną surowców roślinnych wykazują, że spośród czynników biologicznych znaczny stopień zanieczyszczenia tych produktów stanowi mikroflora należąca do grzybów strzępkowych, potocznie zwanych pleśniami. Pleśnie, poza niekorzystnymi zmianami w samym produkcie, są także niebezpieczne dla człowieka. Wywołują alergie, a ich wtórne metabolity – mikotoksyny mogą być przyczyną ostrych zatruć. Związki te powodują u ludzi i zwierząt efekty toksyczności o charakterze ostrym, podostym lub przewlekłym, wykazują także działanie kancerogenne, teratogenne, genotoksyczne, immunotoksyczne i neurotoksyczne [8, 16]. W poszukiwaniu alternatywnych metod upraw, eliminujących gromadzenie się w płodach rolnych różnych zanieczyszczeń, zwrócono uwagę na rolnictwo ekologiczne. Z danych literaturowych wynika, że produkty z upraw ekologicznych charakteryzuje wysoka jakość odżywcza i zdrowotna [14]. Ostatnio pojawiają się jednak wątpliwości, czy żywność pozyskiwana metodami ekologicznymi rzeczywiście odznacza się mniejszą zawartością zanieczyszczeń, a większą zawartością bioaktywnych substancji prozdrowotnych [15].

Celem pracy było określenie poziomu zanieczyszczenia grzybami strzępkowymi suszonych ziół oraz przypraw dostępnych w sklepach ekologicznych i hipermarketach województwa łódzkiego.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły wybrane rodzaje suszonych ziół oraz przypraw: czosnek (*Allium sativum*), koper (*Anethum graveolens*), natka pietruszki (*Petroselinum crispum*), bazylia (*Ocimum basilicum*), oregano (*Origanum vulgare*), estragon (*Artemisia dracunculus*), tymianek (*Thymus vulgaris*), majeranek (*Origanum majorana*), gałka muskatołowa (*Myristica fragans*), curry (*Helichrysum angustifolia*), kurkuma (*Curcuma longa*), pieprz czarny (*Piper nigrum*), papryka słodka (*Capsicum annuum*). Próbkę zakupiono w sklepach z produktami ekologicznymi (4 sklepy) oraz w hipermarketach (4 sieci handlowe) w obrębie województwa łódzkiego. W obydwu typach sklepów wybrano po 4 różne marki każdego rodzaju produktu.

Analiza mikrobiologiczna obejmowała oznaczenie liczby grzybów pleśniowych i ich skład jakościowy. Liczbę grzybów strzępkowych określano metodą płytkową poprzez posiew wgłębny na podłoże Sabourauda z chloramfenikolem i inkubację w temp. 25 °C do 5 dni według PN-ISO 21527-1:2009 [10]. Na podstawie cech makro- i mikroskopowych grzybni prowadzono ocenę składu jakościowego grzybów pleśniowych z użyciem atlasów: „Atlas grzybów chorobotwórczych człowieka” [7] oraz „Atlas of clinical fungi” [6].

Posiew każdej próbki ziół i przypraw przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Liczbę grzybów pleśniowych wyrażano jako jednostki tworzące kolonie w 1 g ($\text{jtk} \cdot \text{g}^{-1}$) i transponowano je do postaci logarytmicznej w celu wykonania analizy statystycznej. Wyniki badań poddano testom nieparametrycznym przy użyciu programu komputerowego Statistica 10. Za pomocą testu Manna-Whitneya obliczano istotność różnic ($p = 0,05$) między średnią liczbą grzybów pleśniowych w poszczególnych rodzajach suszonych ziół i przypraw zakupionych w sklepach ekologicznych i hipermarketach. Przy użyciu testu Kruskala-Wallisa dokonano oceny zróżnicowania poziomu zanieczyszczenia grzybami strzępkowymi badanych produktów w zależności od rodzaju przyprawy oraz miejsca zakupu.

Wyniki i dyskusja

Wyniki oceny zanieczyszczenia grzybami pleśniowymi wybranych ziół i przypraw zamieszczono w tab. 1.

Zanieczyszczenie badanych ziół oraz przypraw przez grzyby strzępkowe było zróżnicowane i nie przekraczało poziomu $10^4 \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ ($4,89 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$). Najmniejszą liczbę pleśni stwierdzono w czosnku, w większości próbek były one nieobecne bądź występowały nielicznie – $1,18 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ ($15 \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$). Największe zanieczyszczenie grzybami pleśniowymi występowało w próbce papryki słodkiej zakupionej w hipermarkecie – $7,8 \cdot 10^4 \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ ($4,89 \log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$). Stwierdzono istotnie wyższe zanieczyszczenie pleśniami w bazylu, curry, kurkumie i w papryce słodkiej zakupionych w hi-

permarkecie w porównaniu z próbkami pochodzącymi ze sklepu ekologicznego. W pozostałych rodzajach ziół i przypraw różnice te były nieistotne.

Tabela 1. Liczba grzybów strzępkowych w suszonych ziołach i przyprawach w zależności od miejsca zakupu

Table 1. Total count of moulds isolated from dried herbs and spices depending on the place of purchase

Zioła / Przyprawy Herbs / Spices	Liczba grzybów strzępkowych [log jtk·g ⁻¹] Count of moulds [log cfu·g ⁻¹]				Istotność różnic Significance of differences
	Sklep ekologiczny Organic store (n = 52)		Hipermarket Hypermarket (n = 52)		
	Zakres Range	$\bar{x}$	Zakres Range	$\bar{x}$	p
Czosnek mielony Garlic powder	nb	-	nb ÷ 1,18	-	-
Koper / Dill	3,80 ÷ 4,34	4,13	2,30 ÷ 4,36	3,87	0,543
Natka pietruszki Parsley	2,00 ÷ 4,41	3,21	2,30 ÷ 4,30	3,20	1,000
Bazylia / Basil	2,78 ÷ 3,95	3,36	3,70 ÷ 4,71	4,14	0,031
Oregano / Oregano	4,40 ÷ 4,46	4,44	3,90 ÷ 4,62	4,61	0,684
Estragon / Tarragon	2,48 ÷ 4,46	3,47	3,36 ÷ 4,30	3,64	0,682
Tymianek / Thyme	2,30 ÷ 3,62	2,96	2,00 ÷ 3,32	2,77	0,621
Majeranek / Marjoram	3,00 ÷ 3,40	3,17	3,30 ÷ 3,61	3,45	0,530
Gałka muszkatolowa Nutmeg	3,32 ÷ 4,04	3,68	2,40 ÷ 4,49	3,67	1,000
Curry / Curry	3,20 ÷ 3,41	3,36	3,48 ÷ 4,57	4,17	0,028
Kurkuma / Turmeric	2,50 ÷ 2,91	2,72	3,62 ÷ 3,80	3,73	0,027
Pieprz czarny mielony Black pepper powder	3,48 ÷ 3,65	3,55	3,45 ÷ 3,80	3,63	0,661
Papryka słodka mielona Sweet paprika powder	2,60 ÷ 2,88	2,74	3,71 ÷ 4,89	4,29	0,028
$\bar{x}$	-	3,14	-	3,51	0,542

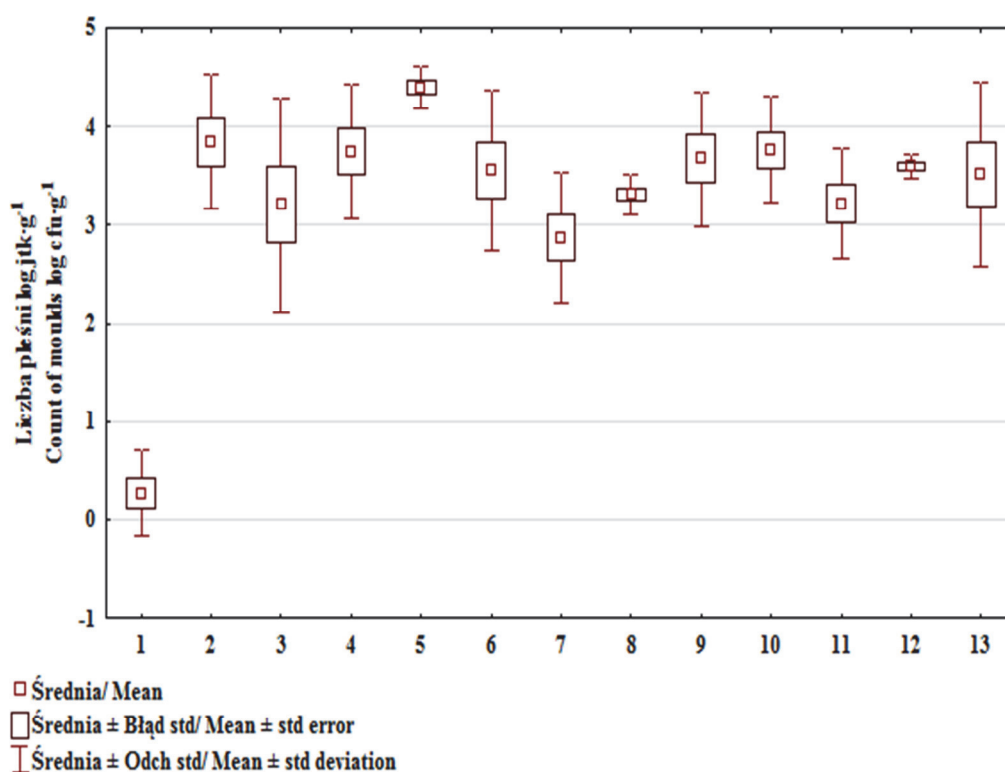
Objaśnienia / Explanatory notes:

$\bar{x}$ – wartość średnia / mean value; n – liczba próbek / number of samples; nb – nieobecne w 1 g / absent in 1 g.

Ponadto wykazano brak zróżnicowania poziomu zanieczyszczenia grzybami strzępkowymi badanych produktów w zależności od miejsca zakupu ($p = 0,054$). Średnia liczba pleśni w ziołach i przyprawach zakupionych w sklepach ekologicznych oraz w produktach pochodzących z hipermarketu kształtowała się na podobnym poziomie (wynosiła ona odpowiednio [$\log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$]: 3,14 oraz 3,51). Można zatem przypuszczać,

że przyczyną zanieczyszczenia grzybami strzępkowymi badanego materiału są nieodpowiednie warunki przechowywania. Stwierdzono natomiast zróżnicowanie poziomu zanieczyszczenia pleśniami w zależności od rodzaju przyprawy (rys. 1).

Istotne różnice pod względem liczby grzybów strzępkowych wykazano pomiędzy: czosnkiem i pozostałymi przyprawami ($p < 0,0001$), oregano i tymiankiem ($p = 0,0042$), oregano i majerankiem ($p = 0,044$) oraz oregano i pieprzem czarnym ($p = 0,046$).



Objaśnienia / Explanatory notes:

1 – czosnek / garlic, 2 – koper / dill, 3 – pietruszka / parsley, 4 – bazylia / basil, 5 – oregano / oregano, 6 – estragon / tarragon, 7 – tymianek / thyme, 8 – majeranek / marjoram, 9 – gałka muskatołowa / nutmeg, 10 – curry / curry, 11 – kurkuma / turmeric, 12 – pieprz czarny mielony / black pepper powder, 13 – papryka słodka mielona / sweet paprika powder

Rys. 1. Średnie rangi liczby pleśni $\log \text{ jtk} \cdot \text{g}^{-1}$ w poszczególnych rodzajach przypraw

Fig. 1. Mean ranks of counts of moulds $\log \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ in different spices

Jakość mikrobiologiczna przypraw, zarówno pod względem liczby, jak i rodzaju występujących w nich drobnoustrojów, jest zróżnicowana [12]. Według danych litera-

turowych liczba pleśni w suszach roślin przyprawowych i przyprawach kształtuje się na poziomie od 0 do 10^6 jtk·g⁻¹, a do najbardziej zanieczyszczonych należą: pieprz czarny, majeranek, kminek, papryka, bazylia i cynamon [18]. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki badań, dotyczące poziomu zanieczyszczenia przez pleśnie suszonych ziół i przypraw, są porównywalne z wynikami uzyskanymi przez innych autorów [2, 9, 12, 19].

W tab. 2. przedstawiono wyniki oceny składu jakościowego grzybów pleśniowych wyizolowanych z ocenianych ziół i przypraw.

Pleśnie obecne w badanych produktach należały łącznie do 5 rodzajów. Najliczniej reprezentowany był rodzaj *Aspergillus*, a dominującym gatunkiem był *A. niger*, którego obecność stwierdzono we wszystkich rodzajach ziół i przypraw – średni udział w ogólnej liczbie wyizolowanych szczepów wynosił 52,3 % w produktach zakupionych w sklepach ekologicznych oraz 54,7 % w produktach pochodzących z hipermarketów. Bardzo licznie występował także *A. flavus* – średni udział wynosił odpowiednio: 46,2 i 36,5 %, z mniejszą częstotliwością – *Penicillium* sp. (odpowiednio: 22,0 i 17,4 %) oraz *Mucor* sp. (28,8 i 10,2 %), następnie *Alternaria* sp. (18,1 i 13,5 %) i pojedynczo *Cladosporium* sp. (6 % w próbce bazylii zakupionej w hipermarkecie). Wyizolowane z badanych ziół oraz przypraw grzyby strzępkowe to mikroflora typowa dla tego typu produktów. Uzyskane wyniki własne są potwierdzeniem danych literaturowych, że *Aspergillus* sp. i *Penicillium* sp. stanowią główne zanieczyszczenie ziół i przypraw. Wójcik-Stopczyńska i wsp. [20] w suszonych ziołach przyprawowych zidentyfikowali pleśnie z rodzaju *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Alternaria* oraz *Cladosporium*. Stwierdzili także, że dominującymi gatunkami są *Aspergillus* i *Penicillium*. Podobne wyniki uzyskali Elshafie i wsp. [3], Hammami i wsp. [5], Mandeel [9], Wieczorkiewicz-Górnik i wsp. [18] oraz Rizzo i wsp. [13]. Ponadto Bugno i wsp. [2] wykazali, że w suszonych ziołach, oprócz dominujących pleśni z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*, obecne były także grzyby pleśniowe występujące w mikroflorze świeżych ziół ocenianych przez Wójcik-Stopczyńską i wsp. [19]: *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp., *Mucor* sp., *Rhizopus* sp. Zanieczyszczenie pleśniami z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium* jest niepokojące pod względem mikotoksykologicznym z uwagi na możliwość zanieczyszczenia suszonych ziół i przypraw mikotoksynami.

Tabela 2. Skład jakościowy grzybów pleśniowych
Table 2. Qualitative composition of moulds

Zioła/Przyprawy Herbs/Spices	Udział procentowy ogólnej liczby szczepów wyizolowanych z badanych ziół i przypraw Percentage content of total count of strains isolated from herbs and spices analyzed															
	<i>A. niger</i>		<i>A. flavus</i>		<i>Penicillium</i> sp.		<i>Mucor</i> sp.		<i>Alternaria</i> sp.		<i>Cladosporium</i> sp.					
	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H	E	H		
1	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	69,5	56,3	-	29,6	-	-	30,5	14,1	-	-	-	-	-	-	-	
3	23,5	46,0	-	-	47,1	33,4	-	5,2	29,4	15,4	-	-	-	-	-	
4	62,5	46,1	25,3	23,1	12,2	15,3	-	9,5	-	-	-	-	-	6,0	-	
5	76,7	77,3	-	-	23,3	22,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	62,2	66,3	-	26,3	14,6	7,4	-	-	23,2	-	-	-	-	-	-	
7	61,8	57,1	-	-	-	42,9	38,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	42,1	48,6	37,6	39,8	18,6	-	-	-	1,7	11,6	-	-	-	-	-	
9	26,1	37,6	73,9	50,7	-	11,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	82,2	36,8	-	27,3	-	18,2	17,8	17,7	-	-	-	-	-	-	-	
11	42,9	66,7	28,6	28,9	28,5	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	35,7	33,2	54,9	49,6	9,4	12,5	-	4,7	-	-	-	-	-	-	-	
13	42,9	38,7	57,1	55,8	-	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Objaśnienia / Explanatory notes:

E – sklep ekologiczny / health food store; H – hipermarket / supermarket; 1 - 13 – rodzaje ziół i przypraw jak na rys. 1. / types of herbs and spices as in Fig. 1

Wnioski

1. Zanieczyszczenie badanych ziół oraz przypraw przez grzyby strzępkowe było zróżnicowane i nie przekraczało poziomu 10^4 jtk·g⁻¹ (4,89 log jtk·g⁻¹).
2. Cztery produkty zakupione w hipermarkecie: bazylia, curry, kurkuma i papryka słodka charakteryzowały się istotnie większym zanieczyszczeniem przez pleśń, w porównaniu z próbkami pochodzącymi ze sklepu ekologicznego.
3. Wykazano brak zróżnicowania poziomu zanieczyszczenia grzybami strzępkowymi badanych produktów w zależności od miejsca zakupu. Średnia liczba pleśni w ziołach i przyprawach zakupionych w sklepach ekologicznych oraz w produktach pochodzących z hipermarketu kształtowała się na podobnym poziomie.
4. Stwierdzono zróżnicowanie poziomu zanieczyszczenia pleśniami w zależności od rodzaju przyprawy.
5. Wyizolowane z suszonych ziół oraz przypraw grzyby strzępkowe to mikroflora typowa dla tego rodzaju produktów. Zidentyfikowano pleśń z rodzaju *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus*), *Penicillium*, *Mucor*, *Alternaria* i *Cladosporium*.

Literatura

- [1] Biezanowska-Kopeć R., Leszczyńska T., Pysz M.: Preferencje i częstotliwość stosowania roślin przyprawowych przez mieszkańców województwa małopolskiego – badania pilotażowe. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2014, XLVII (3), 277-283.
- [2] Bugno A., Almodovar A., Pereira T., Pinto T., Sabino M.: Occurrence of toxigenic fungi in herbal drugs. *Brazilian J. Microbiol.*, 2006, 37, 47-51.
- [3] Elshafie A.E., Al-Rashdi T., Al-Bahry S.N., Bakheit Ch.S.: Fungi and aflatoxins associated with spices in Sultanate of Oman. *Mycopathologia*, 2002, 155 (3), 155-160.
- [4] Grzeszczuk M., Jadczak D.: Estimation of biological value and suitability for freezing of some species of Spice herbs. *J. Elem.*, 2008, 13 (2), 211-220.
- [5] Hammami W., Fiori S., Al Thani R., Ali Kali N., Balmas V., Migheli Q., Jaoua S.: Fungal and aflatoxin contamination of marketed spices. *Food Control*, 2014, 37, 177-181.
- [6] De Hoog G.S., Guarro J., Gene J., Figueras M.J.: *Atlas of Clinical Fungi*. 2nd ed. ASM Press, Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands, 2001.
- [7] Krzyściak P., Skóra M., Macura A.B.: *Atlas grzybów chorobotwórczych człowieka*. MedPharm, Wrocław 2011.
- [8] Ledzion E., Rybińska K., Postupolski J., Kurpińska-Jaworska J., Szczęsna M.: Badania i ocena bezpieczeństwa surowców zielarskich w zakresie zanieczyszczenia aflatoksynami. *Roczn. PZH*, 2011, 62, 4, 377-381.
- [9] Mandeel Q.A.: Fungal contamination of some imported spices. *Mycopathologia*, 2005, 159 (2), 291-298.
- [10] PN-ISO 21527-1:2009. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drożdży i pleśni. Część 1: Metoda liczenia kolonii w produktach o aktywności wody wyższej niż 0,95.
- [11] Pszczoła D.E.: A spice odyssey. *Food Technol.*, 2001, 55, 1, 36-44.

- [12] Remiszewski M., Kulczak M., Jeżewska M., Korbas E., Czajkowska D.: Wpływ procesu dekontaminacji z zastosowaniem pary wodnej na jakość wybranych przypraw. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 3 (48), 23-34.
- [13] Rizzo I., Vedoya G., Maurutto S., Haidukowski M., Varsavsky E.: Assessment of toxigenic fungi on Argentinean medicinal herbs. *Microbiol. Res.*, 2004, 159 (2), 113-120.
- [14] Seidler-Łożykowska K., Golcz A., Wójcik J.: Yield and quality of sweet basil, savory, marjoram and thyme raw materials from organic cultivation on the composted manure. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 2008, 53 (4), 63-66.
- [15] Seidler-Łożykowska K., Kozik E., Golcz A., Wójcik J.: Quality of basil herb (*Ocimum basilicum* L.) from organic and conventional cultivation. *Herba Pol.*, 2007, 53 (3), 41-46.
- [16] Steinka I., Misiewicz Ł., Kukułowicz A., Ćwikliński M., Dmowski P., Sznajdrowska A.: Próba oceny jakości mikrobiologicznej wybranych suszy roślinnych stosowanych jako używki i preparaty o znaczeniu leczniczym. *Zesz. Nauk. Akademii Morskiej w Gdyni*, 2011, 68, 13-20.
- [17] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, 4 (41) Supl., 5-28.
- [18] Wieczorkiewicz-Górnik M., Piątkiewicz A.: Mikrobiologiczne zanieczyszczenia przypraw ziółowych. *Gospodarka Mięsna*, 2001, 8, 46-49.
- [19] Wójcik-Stopczyńska B., Jakowienko P., Jadcak D.: Ocena mikrobiologicznego zanieczyszczenia świeżej bazylii i mięty. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, 4 (71), 122-131.
- [20] Wójcik-Stopczyńska B., Jakubowska B., Reichelt M.: Microbiological contamination of dried culinary herbs. *Herba Pol.*, 2009, 55 (3), 206-213.

ASSESSING FILAMENTOUS FUNGAL CONTAMINATION OF DRIED HERBS AND SPICES AVAILABLE IN RETAIL HEALTH FOOD STORES AND HYPERMARKETS

S u m m a r y

The objective of this paper was to determine the filamentous fungi contamination of dried herbs and spices available in retail health food stores and hypermarkets in the Province of Łódź. The research material covered 13 types of products: garlic (*Allium sativum*), dill (*Anethum graveolens*), parsley (*Petroselinum crispum*), basil (*Ocimum basilicum*), oregano (*Origanum vulgare*), tarragon (*Artemisia dracuncululus*), thyme (*Thymus vulgaris*), marjoram (*Origanum majorana*), nutmeg (*Myristica fragans*), curry (*Helichrysum angustifolia*), turmeric (*Curcuma longa*), black pepper (*Piper nigrum*), and sweet paprika (*Capsicum annuum*). The microbiological analysis performed included the determination of the count of filamentous fungi and their qualitative composition. The filamentous fungal contamination of the tested herbs and spices varied and did not exceed 10^4 cfu·g⁻¹. In the four products: basil, curry, turmeric and sweet paprika, the samples, bought in the hypermarket, were characterized by a significantly higher mould contamination compared to the samples purchased in the health food store. No differences were found between the levels of filamentous fungal contamination of the products tested depending on the place of purchase. The average load of moulds in the herbs and spices bought in the health food stores and in the products from the hypermarket was at a similar level. Though, the level of mould contamination differed depending on the type of spice. The filamentous fungi isolated from the dried herbs and spices were represented by 5 genera: *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus*), *Penicillium*, *Mucor*, *Alternaria* and *Cladosporium*.

Key words: dried herbs, spices, microbiological contamination, filamentous fungi 

ELWIRA WOROBIEJ, MAŁGORZATA PIECYK, GRZEGORZ PERZYNA,
JUSTYNA TUROS

WPLYW PRZETWARZANIA ZIARNIAKÓW GRYKI I OBRÓBK TERMICZNEJ NA SKŁADNIKI ODŻYWCZE

Streszczenie

Ze względu na cenny skład ziarniaków gryki na rynku pojawiła się szeroka oferta produktów z ich udziałem. Stosowane procesy podczas przetwarzania ziarniaków oraz obróbka kulinarna produktów gryczanych mogą powodować zmiany istotnych składników, mające wpływ na ich właściwości żywieniowe. Celem pracy było określenie zmian w składnikach odżywczych i strawności skrobi spowodowanych wpływem procesów przetwórczych ziarniaków gryki, tj. otrzymywania płatków oraz kaszy prażonej i nieprażonej oraz w przypadku kasz dodatkowo wpływem obróbki kulinarnej przeprowadzonej dwoma sposobami.

Wykazano, że płatki w porównaniu z ziarniakami gryki zawierały mniej składników mineralnych i białek, natomiast w kaszach zależność ta była odwrotna. Proces prażenia wpłynął na skład kasz gotowanych, które zawierały mniej związków mineralnych w postaci popiołu, tłuszczu i białek niż gotowane kasze nieprażone. Sposób gotowania w wodzie (z odlewaniem lub bez) nie powodował istotnych różnic zawartości białek w obu rodzajach kasz oraz zawartości tłuszczu w kaszach prażonych. Prażenie wpływało na znaczne obniżenie aktywności inhibitora trypsyny oraz wzrost zawartości azotu niebiałkowego w kaszach gryczanych. W odniesieniu do ziarniaków gryki procesy stosowane w produkcji płatków i kaszy gryczanej spowodowały znaczne zmniejszenie ilości skrobi wolno trawionej i skrobi odpornej w wyniku usunięcia składników ograniczających strawność skrobi oraz zabiegów hydrotermicznych powodujących skleikowanie skrobi. Kasze prażone zawierały po gotowaniu ok. czterokrotnie mniej skrobi odpornej niż nieprażone. Wysoka zawartość dostępnych grup tiolowych w białkach ziarniaków gryki i produktach gryczanych, także po zastosowanej obróbce kulinarnej kasz, wskazuje na ich potencjalne właściwości funkcjonalne m.in. przeciwutleniające.

Słowa kluczowe: ziarniaki gryki, przetwarzanie, obróbka kulinarna, białka, strawność skrobi

Dr inż. E. Worobiej, dr hab. M. Piecyk, mgr inż. G. Perzyna, mgr inż. J. Turos, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa. Kontakt: elwira_worobiej@sggw.pl

Wprowadzenie

Obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania roślinami zaliczanymi do pseudo-zbóż, do których kwalifikuje się m.in. grykę. Coraz większa popularność ziarniaków gryki i produktów z nich otrzymanych wynika zarówno z ich dużej wartości odżywczej, jak i obecności substancji o właściwościach prozdrowotnych. Główne składniki ziarniaków gryki – sacharydy i białka – charakteryzują się przy tym korzystniejszymi właściwościami w porównaniu ze zbożami. Dominującym składnikiem sacharydowym jest skrobia, która pomimo że ma typową dla zbóż strukturę polimorficzną typu A [39], ulega wolniejszej hydrolizie niż skrobia pszenna, co powoduje obniżenie indeksu glikemicznego produktów z udziałem mąki gryczanej [4, 21]. W znacznej ilości występują również białka o dobrze zbilansowanym składzie aminokwasowym [1]. Na szczególną uwagę zasługuje stosunkowo duża zawartość lizyny – aminokwasu ograniczającego w białkach zbożowych, ale także innych aminokwasów egzogennych, jak leucyny, fenyloalaniny [26]. Cechą charakterystyczną białek obecnych w ziarnach zbóż jest zdecydowana przewaga prolamin i glutelin nad albuminami i globulinami. W ziarniakach gryki stosunek ten jest odwrotny, a prolamin, które są toksyczne dla chorych na celiakię, jest bardzo niewiele lub w ogóle ich nie ma [1].

Ziarniaki gryki są również źródłem innych składników odżywczych – tłuszczu, witamin z grupy B [3] oraz składników mineralnych, spośród których w największych ilościach występują w obłuszczonym ziarnaku: potas, fosfor, magnez i wapń [33]. Ziarniaki gryki bogate są również w liczne składniki bioaktywne, w tym w błonnik pokarmowy i zawartą w nim skrobię oporną [13, 27, 34], związki o właściwościach przeciwutleniających – głównie związki fenolowe, a zwłaszcza flawonoidy, takie jak rutyna i katechiny [9].

Stosowane procesy przetwórcze ziarniaków gryki mogą powodować, zarówno we frakcji węglowodanowej, jak i w białkach, przemiany prowadzące np. do zmiany strawności. Badania uwzględniające wpływ procesów przetwórczych ziarniaków gryki najczęściej dotyczyły zmian w związkach fenolowych [34, 37], wpływu na strawność białek [6] lub wpływu zastąpienia mąki zbożowej mąką gryczaną na zmiany indeksu glikemicznego [4, 21]. Mniej badań poświęcono produktom najczęściej spożywanym, tj. płatkom gryczanym i kaszy, zwłaszcza poddanej obróbce hydrotermicznej, otrzymanych z ziarniaków uprawianych w Polsce.

Celem pracy było określenie zmian składników odżywczych oraz strawności skrobi *in vitro*, wywołanych wpływem procesów przetwarzania ziarniaków gryki, tj. otrzymywania płatków oraz kaszy prażonej i nieprażonej oraz – w przypadku kasz – wpływem obróbki kulinarnej przeprowadzonej dwoma sposobami.

Material i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły: obłuszczone ziarniaki gryki, płatki gryczane, kasza gryczana nieprażona oraz prażona, pochodzące od jednego z krajowych producentów. Produkty te przed analizą poddawano rozdrobnieniu w młynku elektrycznym i przesiewano przez sito o średnicy oczek 0,25 mm. Kasze badano również po ugotowaniu dwoma sposobami stosowanymi w gospodarstwach domowych, tj. w nadmiarze wrzącej wody przez ok. 12 min z usunięciem niewchłoniętej wody przez odlanie (kasza gotowana odlewana – GOD) oraz w dwukrotnie większej objętości wody w stosunku do kaszy, a po osiągnięciu wrzenia kasza pozostawiana była pod przykryciem do momentu całkowitego wchłonięcia wody (kasza gotowana nieodlewana – GND). Po ugotowaniu kasze suszono w suszarce próżniowej w temp. 40 °C przy ciśnieniu 60 mbar. Kasze do dalszych analiz, podobnie jak pozostałe produkty, były rozdrabniane.

Analiza składu chemicznego obejmowała oznaczenie zawartości: suchej masy, związków mineralnych w postaci popiołu, tłuszczu i białka metodami znormalizowanymi [2]. Azot niebiałkowy oznaczano metodą Kjeldahla po ekstrakcji azotu rozpuszczalnego buforem fosforanowym o pH 8,0 i wytrąceniu białek kwasem trichlorooctowym. Zawartość białek rozpuszczalnych (ekstrakcja buforem fosforanowym o pH 8,0) oznaczano metodą spektrofotometryczną z odczynnikiem Folina-Ciocolteu’a [15, 22].

W celu scharakteryzowania białek i peptydów oznaczano zawartość dostępnych grup tiolowych w reakcji z 2,2'-ditiobis(5-nitropirydyną) [24, 31] oraz wykonano rozdziały elektroforetyczne (SDS-PAGE) w żelu akryloamidowym o stężeniu 10 %. Jako wzorzec mas cząsteczkowych posłużył SigmaMarker™ (S8445-1VL) [19].

Aktywność inhibitora trypsyny oznaczano zmodyfikowaną metodą Hamers-trande’a [16].

Do oznaczenia całkowitej zawartości skrobi stosowano test enzymatyczny (K-TSTA, Megazyme, Irlandia). Po trawieniu próbki α -amylazą oraz amyloglukozydazą (przez 30 min w łaźni wodnej o temp. 50 °C) w roztworze oznaczano ilość glukozy testem enzymatycznym (K-GLUC, Megazyme, Irlandia).

Strawność *in vitro* skrobi oznaczano metodą Englysta i wsp. [14] w modyfikacji Chunga i wsp. [8]. Podczas trawienia próbek po 20 i 120 min pobierano 100 μ l zawiesiny do 1 cm³ 80-procentowego etanolu. Po odwirowaniu w zebrany roztwór oznaczano ilość uwolnionej glukozy testem enzymatycznym (K-GLUC, Megazyme, Irlandia). Do opisu strawności skrobi wyznaczano ilość skrobi strawionej w ciągu 20 min (skrobia szybko trawiona, RDS) i strawionej pomiędzy 20 a 120 min hydrolizy (skrobia wolno trawiona, SDS). Ilość skrobi odpornej (RS) określano jako różnicę między skrobią całkowitą (TS) oznaczoną testem enzymatycznym (K-TSTA, Megazyme, Irlandia) a skrobią strawioną po 120 min hydrolizy.

Wyniki badań poddano analizie statystycznej przy użyciu jednoczynnikowej analizy wariancji ($p < 0,05$), a istotność różnic między wartościami średnimi oszacowano testem Tukeya w programie Statistica v. 10.0.

Wyniki i dyskusja

Wykazano, że ziarniaki zawierały ok. 2 % związków mineralnych w postaci popiołu, natomiast płatki zawierały ich znacznie mniej (tab. 1). Wpływ na to może mieć proces technologiczny otrzymywania płatków, podczas którego ziarniaki poddaje się zabiegom hydrotermicznym, przyczyniającym się do usunięcia składników rozpuszczalnych w wodzie oraz oczyszczaniu z warstw zewnętrznych. Jak podają Steadman i wsp. [33], składniki mineralne w ziarniaku gryki są skumulowane w zarodku, w warstwie aleuronowej i okrywie owocowo-nasiennej. Kasze zawierały nieznacznie więcej popiołu niż ziarniaki, ale jego ilość mieściła się w zakresie podawanym w piśmiennictwie, tj. $1,7 \div 2,7$ % [23]. W kaszach gotowanych, zwłaszcza gotowanych z odłaniem wody, zmniejszyła się ilość popiołu w wyniku uwolnienia związków rozpuszczalnych w wodzie. Wyraźne zmniejszenie obserwowano w kaszach prażonych, w których proces prażenia wpływa na zmniejszenie ilości nierozpuszczalnych składników błonnika pokarmowego

Tabela 1. Podstawowy skład chemiczny badanych produktów

Table 1. Basic chemical composition of the products investigated

Produkt Product		Zawartość suchej masy Dry matter content [%]	Zawartość zw. miner. jako popiół Content of mineral compounds in the form of ash [% s.m.] / [% d.m.]	Zawartość tłuszczu Fat content [% s.m.] / [% d.m.]
Ziarniaki / Grains		$91,61^c \pm 0,28$	$1,99^c \pm 0,07$	$2,38^a \pm 0,09$
Płatki / Flakes		$90,86^b \pm 0,09$	$1,2^a \pm 0,01$	$2,45^{ab} \pm 0,16$
Kasza nieprażona Unroasted groats	Surowa Raw	$87,81^a \pm 0,20$	$2,31^{ef} \pm 0,01$	$3,11^{cd} \pm 0,08$
	GND	$90,98^b \pm 0,25$	$2,29^e \pm 0,02$	$2,90^{bc} \pm 0,12$
	GOD	$90,84^b \pm 0,16$	$2,12^d \pm 0,07$	$3,59^d \pm 0,20$
Kasza prażona Roasted groats	Surowa Raw	$90,65^b \pm 0,18$	$2,36^f \pm 0,03$	$2,96^c \pm 0,18$
	GND	$90,63^b \pm 0,18$	$2,21^{de} \pm 0,03$	$2,35^a \pm 0,09$
	GOD	$90,43^b \pm 0,19$	$1,74^b \pm 0,00$	$2,43^{ab} \pm 0,35$

Objaśnienia / Explanatory notes:

GND – kasza gotowana nieodlewana / boiled uncasted groats; GOD – kasza gotowana odlewana / boiled casted groats. W tabeli przedstawiono wartości średnie $\pm$ odchylenia standardowe / Table shows mean values $\pm$ standard deviations; a, b, c, d, e, f – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values in columns and denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$).

[34], co może ułatwiać rozpuszczalność niektórych związków. Wpływ obróbki termicznej na zmiany zawartości składników mineralnych obserwowali również Deng i wsp. [10].

Na podstawie zawartości tłuszczu w 100 g s.m. produktów przed obróbką utworzono następujący szereg malejący w obszarze mierzonego wyróżnika: kasza nieprażona – kasza prażona – płatki – ziarniaki gryki. Zastosowana obróbka kulinarna wpłynęła na statystycznie istotne zmniejszenie zawartości tłuszczu w kaszy prażonej bez względu na sposób gotowania (tab. 1). Natomiast odnotowano dodatnią zmianę ilościową tłuszczu w gotowanej kaszy nieprażonej po usunięciu wody (GOD), co może wskazywać na wzmożoną ekstrakcję składników rozpuszczalnych i zmianę w proporcjach pozostałych składników suchej masy.

Tabela 2. Zawartość białek ogółem, białek rozpuszczalnych i azotu niebiałkowego w ziarnie i produktach gryczanych

Table 2. Content of total proteins, soluble proteins, and non-protein nitrogen in buckwheat grains and products

Produkt Product		Białka ogółem Total proteins [% s.m.] / [% d.m.]	Azot niebiałkowy Non-protein N [% s.m.] / [% d.m.]	Białka rozpuszczalne Soluble proteins [% białka ogółem] [% total protein]
Ziarniaki / Grains		11,60 ^b ± 0,15	0,29 ^b ± 0,01	68,20 ^e ± 1,23
Płatki / Flakes		7,54 ^a ± 0,10	0,35 ^d ± 0,01	11,21 ^a ± 0,66
Kasza nieprażona Unroasted groats	Surowa Raw	14,25 ^c ± 0,10	0,35 ^d ± 0,01	74,72 ^f ± 0,58
	GND	14,99 ^d ± 0,15	0,27 ^{ab} ± 0,00	39,28 ^d ± 0,90
	GOD	14,72 ^{cd} ± 0,12	0,26 ^a ± 0,02	24,01 ^c ± 0,24
Kasza prażona Roasted groats	Surowa Raw	14,21 ^c ± 0,23	0,55 ^e ± 0,02	20,54 ^b ± 1,43
	GND	13,48 ^e ± 0,27	0,52 ^e ± 0,00	19,50 ^b ± 0,38
	GOD	13,43 ^e ± 0,17	0,32 ^{cd} ± 0,01	13,49 ^a ± 0,2

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

Pod względem zawartości białek stwierdzono, że spośród analizowanych produktów płatki zawierały ich najmniej, a najwięcej – kasze (tab. 2), podobnie jak w przypadku tłuszczu i popiołu. W obu rodzajach kasz przed obróbką kulinarną odnotowano, że w 100 g s.m. znajdowało się ok. 14 g białka ogółem, bez widocznego wpływu procesu prażenia. Większa zawartość tego składnika w kaszach w porównaniu z ziarniakami związana jest z usunięciem zewnętrznych warstw nasion w trakcie procesu produkcyjnego, co powoduje znaczne zmniejszenie ilości błonnika [13]. Bardzo małą

zawartość białka w płatkach można wyjaśnić tym, że są one otrzymywane głównie z bielma ziarniaków, a ponadto zastosowana obróbka hydrotermiczna podczas procesu technologicznego mogła przyczynić się do zmniejszenia frakcji rozpuszczalnych białek. Wskazuje na to najmniejszy udział białka rozpuszczalnego w białku ogółem w tym produkcie.

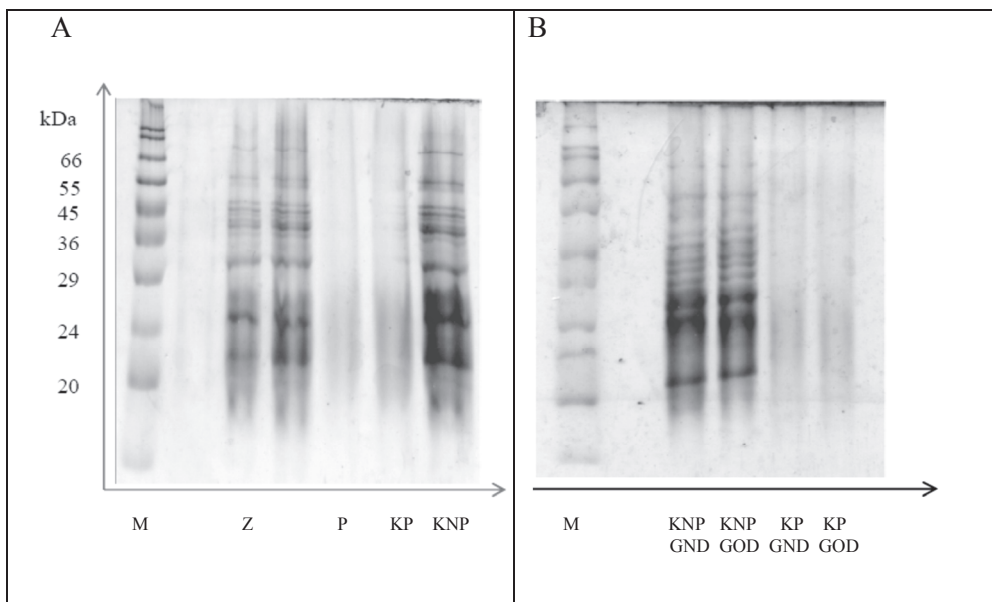
Zdaniem innych autorów frakcja białkowa w ziarniakach gryki występuje w przedziale od ok. 11 % s.m. [3, 12] do prawie 16 % [34]. Prażenie ziarniaków gryki i ich przetwarzanie na kaszę całą może powodować zwiększanie zawartości białek ogółem [12].

Obróbka kulinarna, której zostały poddane kasze, spowodowała zmiany zawartości białek ogółem w suchej masie. Zabieg gotowania bez odlewania (GND) wpłynął na wzrost ilości tego składnika w kaszy nieprażonej, natomiast w przypadku kaszy prażonej obydwa sposoby obróbki kulinarnej przyczyniły się do zmniejszenia ogólnej ilości białek o ok. 5 %.

Zawartość białka rozpuszczalnego w analizowanych próbkach była bardzo zróżnicowana (tab. 2). Frakcja białek rozpuszczalnych stanowiła ok. 68 % białek ogółem w ziarniakach gryki, co jest zgodne z danymi literaturowymi wskazującymi, że rozpuszczalne w wodzie i roztworach soli albuminy i globuliny są dominującymi białkami w gryce [1]. Procesy technologiczne stosowane przy produkcji kaszy prażonej, podobnie jak przy otrzymywaniu płatków, spowodowały znaczne zmniejszenie udziału frakcji białek rozpuszczalnych (ponad 3,5-krotne w stosunku do kaszy nieprażonej). Na podstawie wyników zawartości białka ogółem i frakcji rozpuszczalnej w kaszy gryczanej można wskazać, że w tym przypadku ograniczony został proces ekstrakcji składników rozpuszczalnych na rzecz tworzenia kompleksów pomiędzy polimerami skrobia – białko, gdyż, jak dowiodły Christa i Soral-Śmietana [6], zmniejszenie rozpuszczalności białek następuje w wyniku działania wysokiej temperatury, która powoduje ich cieplną denaturację lub powstanie nierozpuszczalnych kompleksów.

Na zawartość azotu niebiałkowego największy wpływ miał proces prażenia, który spowodował zwiększenie jego zawartości z 0,35 g/100 g s.m. (kasza nieprażona) do 0,55 g/100 g s.m. Prawdopodobnie wynika to z tego, że w tym procesie oprócz polimeryzacji białek zachodzi również częściowo ich fragmentacja. Podobne zmiany w białkach stwierdzono w procesie prażenia kawy zielonej [25]. Usunięcie wody po zabiegu kulinarnym (GOD) przyczyniło się natomiast do znaczącej redukcji zawartości azotu niebiałkowego w obu rodzajach kasz. Drugi sposób obróbki miał tylko znaczenie w przypadku kaszy nieprażonej.

W celu przeprowadzenia analizy frakcji białek dominujących w badanych próbkach wykonano rozdziały elektroforetyczne w żelu poliakrylamidowym (SDS-PAGE) (rys. 1A i 1B).



Objaśnienia / Explanatory notes:

M – marker / molecular weight marker; Z – ziarniaki / grains; P – płatki / flakes; KNP – kasza nieprażona / unroasted groats; KNP GND – kasza nieprażona gotowana nieodlewana / unroasted groats boiled uncasted; KNP GOD – kasza nieprażona gotowana odlewana / unroasted groats boiled casted; KP – kasza prażona / roasted groats; KP GND – kasza prażona gotowana nieodlewana / roasted groats boiled uncasted; KP GOD – kasza prażona gotowana odlewana / roasted groats boiled casted.

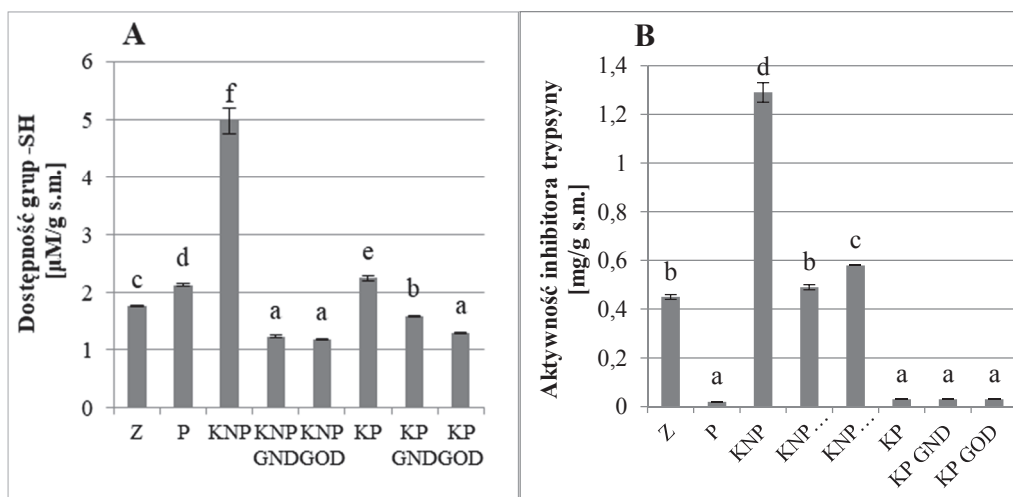
Rys. 1. Rozdział elektroforetyczny białek produktów gryczanych: surowych (A) i gotowanych (B)

Fig. 1. Electrophoretic patterns of proteins from raw (A) and boiled (B) buckwheat products

W ziarniakach gryki i kaszy nieprażonej przeważały białka o masach cząsteczkowych zbliżonych do $[\cdot 10^3 \text{ Da}]$: 20, 24 i 29 oraz w zakresie $36 \div 45$. Powyższe pasma mogą odpowiadać kwaśnym ($32 \cdot 10^3 \div 57,5 \cdot 10^3 \text{ Da}$) oraz zasadowym ($23 \cdot 10^3 \div 25,8 \cdot 10^3 \text{ Da}$) podjednostkom monomerów, które stanowią składowe heksamerów globulin [5]. W próbkach tych występowały także proteiny o wyższych masach $[\cdot 10^3 \text{ Da}]$: 55 i 66, które mogą odpowiadać monomerom. W obrazach elektroforetycznych nie stwierdzono frakcji o masach poniżej $20 \cdot 10^3 \text{ Da}$. Można to tłumaczyć niewielką zawartością prolamin w ziarniakach gryki [18]. Na ścieżkach w obrazach elektroforetycznych odpowiadających płatkom, kaszy prażonej przed i po obróbce kulinarnej nie odnotowano wyraźnych pasm. Świadczyć to może o dużym stopniu polimeryzacji protein w wyniku obróbki termicznej – czego potwierdzeniem mogą być wyniki zawartości białka rozpuszczalnego. Powstałe wysokocząsteczkowe polimery były prawdopodobnie zbyt duże, aby zostały rozdzielone w żelu.

Duża zawartość dostępnych grup tiolowych decyduje o właściwościach funkcjonalnych białek m.in. przeciwutleniających [36]. Spośród badanych produktów naj-

większą ich zawartość wykazano w kaszy nieprażonej ($4,98 \mu\text{M/g s.m.}$) (rys. 2A). Znaczący wpływ na udział tych grup w produktach miała także zastosowana obróbka kulinarna. Większe znaczenie miała ona w przypadku kaszy nieprażonej niż prażonej. Gotowanie kaszy nieprażonej przy obu sposobach kulinarnego traktowania (GND i GOD) wpływało na redukcję zawartości dostępnych grup tiolowych do poziomu ok. $1,2 \mu\text{M/g s.m.}$ Tak znaczące zmniejszenie wynika najprawdopodobniej z wysokiej reaktywności grup tiolowych i przejścia form zredukowanych w utlenione [20]. Ilość dostępnych grup sulfhydrylowych w ziarniaku gryki i produktach gryczanych (nawet po procesie gotowania kasz) jest zdecydowanie większa w porównaniu ze zbożami, jak orkisz czy pszenica (ok. $0,4 \mu\text{M/g}$) [20, 38].



Objaśnienia jak pod rys. 1 / Explanatory notes as in Fig. 1;

a, b, c, d, e, f – wartości na słupkach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / values in bars with various letters differ statistically significantly ($p < 0.05$).

Rys 2. Zawartość dostępnych grup tiolowych (A) i aktywność inhibitora trypsyny (B) w ziarniakach i produktach z gryki

Fig. 2. Content of available thiol groups (A) and trypsin inhibitor activity (B) of buckwheat grains and products

Aktywność inhibitora trypsyny w gryce, wpływająca na stopień trawienia białek, jest dość dobrze udokumentowana [17]. W makaronie gryczanym wykazano jego aktywność także po ugotowaniu. Wyniki otrzymane w niniejszych badaniach (rys. 2B) wskazują, że aktywność tego inhibitora w kaszy nieprażonej gotowanej dwoma sposobami utrzymywała się na poziomie co najmniej 38 %. Wyraźnie na ten enzym działały natomiast procesy technologiczne – prażenie oraz płatkowanie (rys. 2B).

Brennan i wsp. [4] oraz Liu i wsp. [21] wykazali, że mąka z gryki zastosowana w produktach bezglutenowych wpływa na zmniejszenie ich indeksu glikemicznego, w związku z czym w niniejszej pracy przeprowadzono badania strawności *in vitro* skrobi (tab. 3). Najmniej skrobi szybko trawionej (RDS) zawierały ziarniaki (4,6 %), natomiast w produktach z ziarniaków obserwowano znaczące zwiększenie jej ilości – największe w płatkach (do 66,1 %). Ziarniaki charakteryzowały się dużą zawartością skrobi wolno trawionej (SDS) – 32,6 %, a jej ilość zmalała do 1 % na skutek prażenia i do 2,2 % na skutek płatkowania. Badane produkty zawierały też znaczące ilości skrobi odpornej (RS): od 16,8 % (ziarniaki) do 9,0 % (kasza nieprażona). Podawana w publikacjach ilość RS w ziarniakach gryki, a zwłaszcza w produktach z gryki, jest zróżnicowana. Zawartość RS w ziarniakach mieści się w przedziale $13,4 \div 23,1$ % [29, 34], podczas gdy w kaszy surowej Lu i wsp. [23] podają zakres $0,3 \div 0,4$ %, a Skrabanja i Kreft [30] – 37,8 %. Takie różnice mogą zależeć od zastosowanej metody oznaczenia RS i stopnia rozdrobnienia próbek do analizy.

Tabela 3. Całkowita zawartość skrobi (TS) oraz skrobi szybko trawionej (RDS), wolno trawionej (SDS) i odpornej (RS) w ziarniakach i produktach gryczanych

Table 3. Content of total starch (TS) and rapidly digestible starch (RDS), slowly digestible starch (SDS), and resistant starch (RS) in buckwheat grains and products

Produkt Product		TS	RDS	SDS	RS
		[g/100 g sm.] / [g/100 g d.m.]			
Ziarniaki / Grains		$54,0^a \pm 0,6$	$4,6^a \pm 0,1$	$32,6^e \pm 0,4$	$16,8^{de} \pm 0,3$
Płatki / Flakes		$83,0^f \pm 0,9$	$66,1^f \pm 0,5$	$2,2^a \pm 0,65$	$14,7^d \pm 0,56$
Kasza nieprażona Unroasted groats	Surowa Raw	$68,6^b \pm 0,8$	$38,6^b \pm 1,1$	$21,0^d \pm 0,1$	$9,0^{bc} \pm 1,0$
	GND	$67,8^b \pm 0,4$	$40,3^b \pm 0,3$	$8,5^c \pm 2,5$	$19,0^{ef} \pm 2,2$
	GOD	$72,7^d \pm 0,5$	$46,3^c \pm 1,10$	$6,1^{bc} \pm 2,3$	$20,3^f \pm 1,5$
Kasza prażona Roasted groats	Surowa Raw	$70,6^c \pm 0,4$	$58,8^d \pm 1,2$	$1,0^a \pm 0,9$	$10,9^c \pm 1,5$
	GND	$72,6^d \pm 0,4$	$61,4^e \pm 0,2$	$4,5^{ab} \pm 1,0$	$6,7^{ab} \pm 0,9$
	GOD	$75,0^e \pm 0,3$	$61,0^e \pm 0,3$	$9,7^c \pm 0,2$	$4,3^a \pm 0,2$

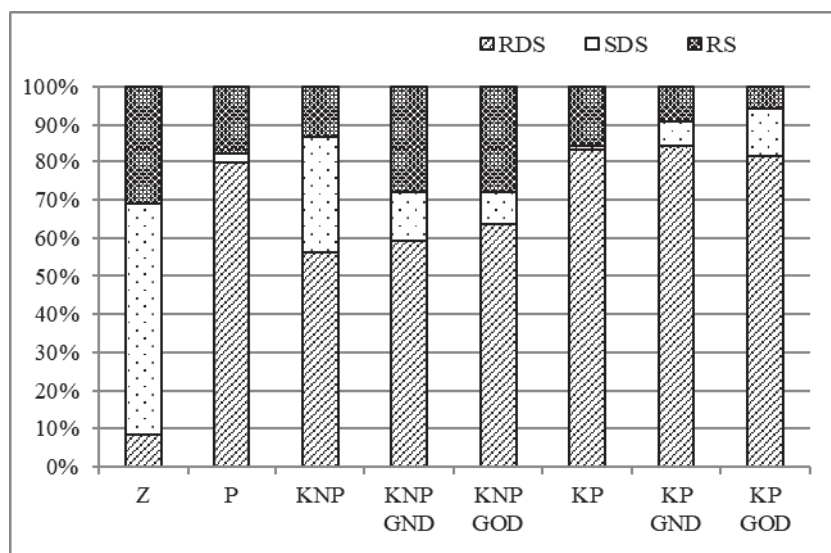
Objaśnienia jak pod tab. 1 / Explanatory notes as in Tab. 1.

Skrobia gryczana charakteryzuje się tym samym typem polimorficznym struktury krystalicznej co skrobia pszenna [27, 28]. Skrobia o takiej strukturze jest bardziej podatna na hydrolizę niż skrobia o typie polimorficznym B, charakterystycznym dla skrobi ziemniaczanej [32]. Strawność skrobi determinowana jest nie tylko strukturą krystaliczną ziarenka, ale również jego wielkością. Przeprowadzone badania kinetyki hydrolizy skrobi o różnym pochodzeniu botanicznym wykazały, że stosunek powierzchni ziarenka skrobi do jego objętości jest jednym z najważniejszych wskaźni-

ków określających wielkość obszarów wiązania enzymów oraz ilość dostępnych wiązań glikozydowych [11]. Piecyk i wsp. [27] oraz Qian i wsp. [28] podają, że skrobia gryczana ma bardzo małe ziarenka ($2 \div 6 \mu\text{m}$), co w połączeniu z typem polimorficznym A powinno sprzyjać bardzo dobrej strawności. Obserwowana duża zawartość RS w ziarnie może wynikać z uwięzienia małych ziarenek skrobi we fragmentach liścieni, co powoduje, że dostęp enzymów jest utrudniony i w konsekwencji ilość RS typu 1., tj. skrobi fizycznie niedostępnej jest duża. Potwierdzeniem wpływu innych składników obecnych w ziarniakach gryki na strawność skrobi są badania Piecyk i wsp. [27], w których wykazano, że w mące udział RS w skrobi całkowitej był bardzo wysoki (45 %), a po wyizolowaniu skrobi zmniejszył się do 0,7 %. Proces otrzymywania kaszy, w którym usuwana jest znaczna ilość błonnika, zwłaszcza lignin i celulozy [13], utrudniającego trawienie powoduje, że ilość RS w tym produkcie jest mniejsza o połowę w stosunku do ziarna.

Największe zmiany strawności skrobi następowały w wyniku zastosowania obróbki hydrotermicznej w trakcie procesu technologicznego otrzymywania produktów z ziarniaków gryki i obróbki kulinarnej kasz. Obróbka, zwłaszcza w środowisku wodnym, powoduje zanik struktury krystalicznej skrobi na skutek kleikowania, co ułatwia dostęp enzymom trawiennym. Stosowane w procesie technologicznym produkcji płatków zabiegi hydrotermiczne spowodowały, że w tym produkcie zawartość RDS była największa przy małej zawartości SDS. Podobne zmiany obserwowano po prażeniu kaszy, która w porównaniu z kaszą nieprażoną zawierała więcej RDS, bardzo mało SDS (1 %), ale zbliżoną ilość RS. Podobne wyniki uzyskały Christa i wsp. [7] w badaniach skrobi wyizolowanych z kaszy nieprażonej i prażonej, w których nie stwierdzono istotnych różnic pod względem zawartości RS. Duże różnice zawartości SDS w badanych kaszach wskazują, że prażenie kaszy wpływa na jej indeks glikemiczny. Można przypuszczać, że prażenie powoduje zmiany ilościowe i jakościowe składników obecnych w kaszy, wpływające na trawienie skrobi. Worobiej i Koleński [37] stwierdzili, że po prażeniu kasza zawiera ponad dwa razy mniej polifenoli, które działają inhibującą na enzymy amylolityczne [35]. Wpływ procesu prażenia na strawność skrobi obserwowano również po gotowaniu. Stwierdzono ok. czterokrotnie mniejszą zawartość RS w kaszach prażonych niż w nieprażonych.

Po procesach zmieniała się zawartość skrobi w badanych produktach, dlatego dla sprawdzenia, czy stwierdzone duże różnice między produktami nie wynikają z tego powodu, na rys. 3. Przedstawiono, jak kształtują się proporcje RDS, SDS i RS w skrobi ogółem.



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 3. Udział skrobi szybko trawionej (RDS), wolno trawionej (SDS) i opornej (RS) w skrobi ziarniaków i produktów z gryki [%]

Fig. 3. Content of starches: rapidly digestible starch (RDS), slowly digestible starch (SDS), and resistant starch (RS) [% of total starch]

Na podstawie tych wyników można zauważyć, że różnice strawności między produktami są jeszcze większe. Biorąc pod uwagę sumę dwóch frakcji SDS i RS w skrobi ogółem, badane produkty można uszeregować malejąco: ziarniaki > kasza nieprażona > płatki > kasza prażona. Również po zabiegach kulinarnych na skutek procesu prażenia nastąpiła poprawa dostępności enzymatycznej, choć zróżnicowała się proporcja pomiędzy frakcją amylazooporną (RS) i wolno trawioną (SDS), ponieważ w skrobi kaszy nieprażonej udział RS był prawie 3-krotnie większy niż w skrobi kaszy prażonej. Jak wskazują badania [27], skrobia gryczana wykazuje dużą podatność na retrogradację, większą niż skrobia pszenna, w związku z czym wysoki udział RS w skrobi kaszy nieprażonej gotowanej może być wynikiem tego procesu. Z kolei mały udział RS w skrobi gotowanej kaszy prażonej wskazuje, że proces prażenia powoduje ograniczenie podatności skrobi na retrogradację.

Wnioski

1. Procesy technologiczne miały istotny wpływ na zawartość składników odżywczych w badanych produktach z gryki. Płatki zawierały mniej składników mineralnych i białek niż ziarniaki gryki, natomiast w kaszach zależność ta była odwrotna.

- Proces prażenia wpłynął na skład kasz gotowanych, ponieważ zawierały one mniej związków mineralnych w postaci popiołu, tłuszczu i białek niż gotowane kasze nieprażone. Prażenie kaszy spowodowało także znaczne obniżenie aktywności inhibitora trypsyny oraz zwiększenie zawartości azotu niebiałkowego w stosunku do ich poziomu w kaszy przed tym procesem.
2. W porównaniu z ziarniakami gryki procesy stosowane w produkcji płatków i kaszy gryczanej spowodowały znaczne zmniejszenie ilości skrobi wolno trawionej i skrobi odpornej w wyniku usunięcia składników ograniczających strawność skrobi oraz zabiegów hydrotermicznych powodujących skleikowanie skrobi. Kasze prażone zawierały po gotowaniu ok. czterokrotnie mniej skrobi odpornej niż nieprażone, co wskazuje, że proces prażenia powoduje ograniczenie podatności skrobi na retrogradację.
 3. Duża zawartość dostępnych grup tiolowych w ziarniakach gryki i produktach gryczanych, także tych poddanych gotowaniu, wskazuje na ich dobre właściwości funkcjonalne m.in. przeciwutleniające.

Literatura

- [1] Alvarez-Jubete L., Arendt E.K., Gallagher E.: Nutritive value of pseu-docereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends Food Sci. Technol.*, 2010, 21, 106-113.
- [2] AOAC: Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, Virginia, USA, 1990.
- [3] Bonafaccia G., Marocchini M., Kref I.: Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chem.*, 2003, 80, 9-15.
- [4] Brennan M.A., Menard C., Roudaut G., Brennan C.S.: Amaranth, millet and buckwheat flours affect the physical properties of extruded breakfast cereals and modulates their potential glycaemic impact. *Starch/Stärke*, 2012, 64 (5), 392-398.
- [5] Choi S., Ma C.: Extraction, purification and characterization of globulin from common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds. *Food Res. Int.*, 2006, 39, 974-981.
- [6] Christa K., Soral-Śmietana M.: Wpływ procesu prażenia na dostępność enzymatyczną białek ziarniaków gryki zwyczajnej (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, 5 (60), 52-62.
- [7] Christa K., Soral-Śmietana M., Lewandowicz G.: Buckwheat starch: Structure, functionality and enzyme in vitro susceptibility upon the roasting process. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2009, 60 (Supl. 4), 140-154.
- [8] Chung H.J., Liu Q., Hoover R.: Impact of annealing and heat- moisture treatment on rapidly digestible, slowly digestible and resistant starch levels in native and gelatinized corn, pea and lentil starches. *Carbohydr. Polym.*, 2009, 75, 436-447.
- [9] Danila A.M., Kotani A., Hakamata H., Kusu F.: Determination of rutin, catechin, epicatechin, and epicatechin gallate in buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench by micro-high-performance liquid chromatography with electrochemical detection. *J. Agric. Food Chem.*, 2007, 55 (4), 1139-1143.
- [10] Deng Y., Padilla-Zakour O., Zhao Y., Tao S.: Influences of high hydrostatic pressure, microwave heating, and boiling on chemical compositions, antinutritional factors, fatty acids, in vitro protein digestibility, and microstructure of buckwheat. *Food Bioprocess Technol.*, 2015, 8 (11), 2235-2245.

- [11] Dhital S., Shrestha A.K., Gidley M.J.: Relationship between granule size and in vitro digestibility of maize and potato starches. *Carbohydr. Polym.*, 2010, 82, 480-488.
- [12] Dziedzic K., Górecka K., Drożdżyńska A., Czaczyk K.: Wpływ procesu otrzymywania kaszy gryczanej prażonej na zawartość wybranych składników odżywczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, 5 (60), 63-70.
- [13] Dziedzic K., Górecka D., Kucharska M., Przybylska B.: Influence of technological process during buckwheat groats production on dietary fibre content and sorption of bile acids. *Food Res. Int.*, 2012, 47 (2), 279-283.
- [14] Englyst H.N., Kingman S.M., Cummings J.H.: Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 1992, 46, 3-50.
- [15] Fan T.Y., Sosulski F.W.: Dispersibility and isolation of protein from legume flours. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 1974, 7, 256-261.
- [16] Hamerstrand G.E., Black L.T., Glover J.D.: Trypsin inhibitors in soy products: Modification of the standard analytical procedure. *Cereal Chem.*, 1981, 58, 42-45.
- [17] Ikeda K.: Nutritional properties of the protein in buckwheat. *Proc. of the 5th Int. Symp. on Buckwheat*, Taiyuan, 1992, pp. 455-457.
- [18] Javornik B., Kreft I.: Characterization of buckwheat protein. *Fagopyrum*, 1984, 4, 30-38.
- [19] Laemmli U.K.: Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 1970, 227, 680-685.
- [20] Li W., Bollecker S.S., Schofield J.D.: Glutathione and related thiol compounds. I. Glutathione and related thiol compounds in flour. *J. Cereal Sci.*, 2004, 39, 205-212.
- [21] Liu W., Brennan M., Serventi L., Brennan C.: Buckwheat flour inclusion in Chinese steamed bread: Potential reduction in glycemic response and effects on dough quality. *Eur. Food Res. Technol.*, 2017, 5 (43), 727-734.
- [22] Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J.: Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 1951, 193, 265-275.
- [23] Lu L., Murphy K., Baik B.K.: Genotypic variation in nutritional composition of buckwheat groats and husks. *Cereal Chemistry*, 2013, 90 (2), 132-137.
- [24] Martinaud A., Mercier Y., Marinova P., Tassy C., Gatellier P., Renner M.: Comparison of oxidative processes on myofibrillar proteins from beef during maturation and by different model oxidation systems. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, 45, 2481-2487.
- [25] Montavon P., Mauron A.-F., Duruz E.: Changes in green coffee protein profiles during roasting. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51 (8), 2335-2343.
- [26] Mota C., Santos M., Mauro R., Samman N., Matos A.S., Torres D., Castanheira I.: Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chem.*, 2016, 193, 55-61.
- [27] Piecyk M., Worobiej E., Turos J., Ostrowska-Ligęza E.: Właściwości i strawność *in vitro* skrobi gryczanej w porównaniu ze skrobią pszenną. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2017, 1 (110), 89-100.
- [28] Qian J.Y., Kuhn M.: Evaluation on gelatinization of buckwheat starch: a comparative study of Brabender viscoamylography, rapid visco-analysis, and differential scanning calorimetry. *Eur. Food Res. Technol.*, 1999, 209 (3-4), 277-280.
- [29] Qin P., Wang Q., Shan F., Hou Z., Ren G.: Nutritional composition and flavonoids content of flour from different buckwheat cultivars. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2010, 45 (5), 951-958.
- [30] Skrabanja V., Kreft I.: Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats. An *in vitro* study. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, 46 (5), 2020-2023.
- [31] Soyer A., Hultin H.O.: Kinetics of oxidation of lipids and proteins of cod sarcoplasmic reticulum. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, 48, 2127-2134.

- [32] Srichuwong S., Sunarti T.C., Mishima T., Isono N., Hisamatsu M.: Starches from different botanical sources II: Contribution of amylopectin fine structure to thermal properties and enzyme digestibility. *Carbohydr. Polym.*, 2005, 60, 529-538.
- [33] Steadman K.J., Burgoon M.S., Lewis B.A., Edwardson S.E., Obendorf R.L.: Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. *J. Sci. Food Agric.*, 2001, 81, 1094-1100.
- [34] Stępińska 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.
- [35] Takahama U., Hirota S.: Fatty acids, epicatechin-dimethylgallate, and rutin interact with buckwheat starch inhibiting its digestion by amylase: Implications for the decrease in glycemic index by buckwheat flour. *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58 (23), 12431-12439.
- [36] Tong L.M., Sasaki S., McClements J., Decker E.A.: Mechanisms of the antioxidative activity of a high molecular weight fraction of whey. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, 48, 1473-1478.
- [37] Worobiej E., Koleński, G.: Wpływ procesów przetwarzania ziarniaków gryki na właściwości przeciwutleniające. *Apar. Bad. Dydak.*, 2013, 18, 333-339.
- [38] Worobiej E., Wocial M., Piecyk M.: Porównanie zawartości i aktywności wybranych związków przeciwutleniających w produktach z orkisz. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009, 42 (3), 890-894.
- [39] Zheng G.H., Sosulski F.W., Tyler R.T.: Wet-milling, composition and functional properties of starch and protein isolated from buckwheat groats. *Food Res. Int.*, 1997, 30 (7), 493-502.

EFFECT OF PROCESSING AND THERMALLY TREATING BUCKWHEAT GRAINS ON NUTRIENTS

S u m m a r y

Because of the valuable composition of buckwheat grains, a wide range of products containing those grains appeared on the market. The processes applied during the processing of those grains and the thermal treatment of buckwheat products can cause changes in significant components, which affect their nutritional properties. The objective of the study was to investigate changes in the nutrients and the digestibility of starch caused by buckwheat grain processing, i.e. by the preparation of flakes and roasted and unroasted groats, and in the case of groats, additionally, the effects of culinary processing carried out in two ways.

It was showed that, compared to grains, buckwheat flakes contained less minerals and less proteins, whereas in the groats, this dependence was reversed. The roasting process impacted the composition of boiled groats; they contained less mineral compounds in the form of ash, less fat and less protein than the boiled unroasted groats. The method of boiling in water (with or without pouring out) did not cause significant differences in the protein content in the two types of groats and in the fat content in roasted groats. Roasting caused the trypsin inhibitor activity to considerably decrease and the content of non-protein nitrogen in buckwheat groats to increase. As regards the buckwheat grains, the processes applied in the production of buckwheat flakes and buckwheat groats resulted in a significant reduction in the amount of slow-digested starch and resistant starch because constituents were removed that limited the starch digestion and because of the hydrothermal treatment that caused the starch to gelatinize. After boiling, roasted groats contained about four times less resistant starch than unroasted groats. A high content of available thiol groups in buckwheat grains and buckwheat products, also after culinary treatment of groats, indicates their potential functional properties, e.g. antioxidant properties.

Key words: buckwheat grains, processing, culinary processing, proteins, starch digestibility ☒

PIOTR JANISZEWSKI, KAROL BORZUTA, DARIUSZ LISIAK,
EUGENIA GRZEŚKOWIAK, KRZYSZTOF POWAŁOWSKI, BEATA LISIAK,
ŁUKASZ SAMARDAKIEWICZ

JAKOŚĆ MIĘSA KRÓW W POSZCZEGÓLNYCH KLASACH UFORMOWANIA I OTŁUSZCZENIA TUSZ OCENIANYCH WEDŁUG SYSTEMU EUROP

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu klas uformowania i otłuszczenia tusz wołowych ocenianych systemem EUROP na jakość mięsa. Badano populację 216 tusz krów rasy nizinnej czarno-białej, reprezentującą trzy klasy uformowania i cztery klasy otłuszczenia w celu określenia zależności pomiędzy jakością mięśnia *longissimus thoracis* a klasami EUROP. Ocena jakościowa mięśnia obejmowała pomiar pH₂₄, parametry barwy w systemie CIE L*a*b* mierzone przy użyciu spektrofotometru Minolta CR-400 oraz ocenę marmurkowatości. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że zarówno klasyfikacja uformowania, jak i otłuszczenia nie wiążą się z jakością mięsa w klasach R i O oraz w klasach 2, 3 i 4. Wykazano natomiast, że mięso tusz klasy uformowania P oraz klasy otłuszczenia 1 charakteryzowało się wyższym pH₂₄ ($p \leq 0,01$) i większą częstotliwością występowania odchyleń jakościowych typu DFD (ang. *Dark Firm Dry*). Ponadto mięso tusz klasy otłuszczenia 1 cechowało się najniższymi wartościami parametrów składowych barwy a* i b* ($p \leq 0,01$) oraz mniejszą marmurkowatością ($p \leq 0,01$) w porównaniu z klasami 3 i 4. Klasy uformowania i otłuszczenia krów miały związek z masą tusz ciepłych, która wzrastała wraz ze zwiększeniem stopnia uformowania ($p \leq 0,01$) oraz ze zwiększeniem stopnia otłuszczenia ($p \leq 0,01$). Wielkość powierzchni przekroju mięśnia *longissimus thoracis* nie zależała od klasy otłuszczenia ($p \leq 0,88$), różniła się natomiast w zależności od klasy uformowania i wykazywała istotną różnicę pomiędzy klasą P a klasami O i R ($p \leq 0,05$).

Słowa kluczowe: tusze krów, klasyfikacja EUROP, uformowanie, otłuszczenie, wartość rzeźna, jakość mięsa

Dr P. Janiszewski, dr hab. K. Borzuta, prof. IBPRS, dr hab. D. Lisiak, dr hab. E. Grześkowiak, prof. IBPRS, mgr inż. K. Powalowski, mgr B. Lisiak, mgr inż. Ł. Samardakiewicz, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, im. Prof. Wacława Dąbrowskiego, ul. Głogowska 239, 60-111 Poznań.
Kontakt: piotr.janiszewski@ibprs.pl

Wprowadzenie

Współczesne metody oceny wartości rzeźnej bydła polegają na ocenie poubojowej tusz, której typowym przykładem jest obowiązujący w krajach Unii Europejskiej system EUROP [5]. Tusze wołowe klasyfikowane są na podstawie wzrokowej oceny następujących cech: uformowanie tuszy określające stopień umięśnienia z podziałem na sześć klas (S, E, U, R, O, P) oraz otłuszczenia tuszy z podziałem na pięć klas (klasy 1, 2, 3, 4, 5 – pierwsza klasa oznacza tusze słabo otłuszczone, piąta klasa – tusze bardzo otłuszczone). Ten system klasyfikacji jest jednak subiektywny i nie gwarantuje jednolitości ocen w poszczególnych krajach oraz między różnymi krajami, a nawet między różnymi klasyfikatorami [3]. Dlatego opracowano obiektywne, automatyczne urządzenia klasyfikacyjne, wykorzystujące technikę wizyjną. Znane są trzy rodzaje takich urządzeń: duński system BCC-2 [15], niemieckie urządzenie VBS 2000 [1] oraz VIASCAN produkcji australijskiej [8]. Odgrywają one coraz większą rolę w dokonywaniu obiektywnej klasyfikacji tusz bydła i stosowane są w kilkunastu krajach Unii Europejskiej. Należy jednak podkreślić, że w przyszłości klasyfikacja EUROP powinna zostać uzupełniona także o informacje dotyczące jakości mięsa [13, 17].

Podział tusz na klasy EUROP wiąże się przede wszystkim z cechami ich umięśnienia i otłuszczenia, a więc z cechami ilościowymi. Znane są natomiast systemy klasyfikacji tusz polegające zarówno na ocenie ilościowej, jak i jakościowej. Przykładem mogą być systemy klasyfikacji: amerykański, australijski i japoński, które polegają na ocenie cech jakościowych mięsa, przeprowadzanej na przekroju wychłodzonych półtuszy w miejscu ich podziału na ćwierćtusze oraz dodatkowo na podstawie szacowanej wydajności elementów handlowych [19, 22, 27]. W amerykańskim systemie USDA w pierwszej kolejności dokonuje się podziału ze względu na standardy jakościowe. Podstawą tego podziału jest subiektywna ocena wieku fizjologicznego, ocena marmurkowatości i barwy oraz tekstury mięśnia *longissimus dorsi*. W wyniku tej oceny półtusze zostają zaliczone do grupy spełniającej jeden z siedmiu standardów jakościowych, tj. *prime*, *choice*, *select*, *standard*, *commercial*, *utility*, *cutter*. Obok tej klasyfikacji dokonuje się podziału na pięć standardów ilościowych (*yield grades*) w zależności od wyników oceny wydajności elementów handlowych. Do ustalenia standardu jakościowego służą wzorce marmurkowatości i barwy, a do określenia standardu ilościowego szablony oceny powierzchni oka polędwicy i liniał do pomiaru grubości warstwy tłuszczu nad okiem polędwicy.

W Japonii, podobnie jak w USA, obowiązuje także klasyfikacja jakościowa półtuszy (5 standardów) uzupełniona ustaleniem wskaźnika wydajności elementów handlowych tuszy (3 klasy). Do wykonania oceny klasyfikator wykorzystuje liniał do pomiaru grubości tłuszczu podskórnego, szablony do szacowania powierzchni oka polędwicy i wzorce do oceny marmurkowatości, tekstury oraz barwy mięsa i barwy tłuszczu [22, 26].

W Australii prowadzona jest klasyfikacja jakościowa na wychłodzonych półtuszach [22, 26]. Ocenie podlega marmurkowatość i barwa przekroju mięśnia *longissimus dorsi* oraz barwa tłuszczu podskórnego. Wykorzystuje się do tego celu wzorce jakości. Do klasyfikacji ilościowej wykorzystuje się masę tuszy ciepłej i powierzchnię oka polędwicy, które są podstawą szacowania wydajności elementów handlowych. W klasyfikacji tusz klasyfikator posługuje się podręcznym komputerem. W Australii dokonuje się oprócz tego klasyfikacji jakościowej elementów handlowych w fazie rozbioru półtuszy. Jest to tzw. system MSA (Meat Standards Australia), który można określić jako system klasyfikacji konsumenckiej. Elementy handlowe pochodzące z rozbioru tusz poddanych elektrostymulacji dzieli się na trzy klasy jakości w zależności od wyników oceny marmurkowatości, stopnia skostnienia chrząstek, barwy mięsa i pomiaru końcowego pH [20, 21].

Jak wynika z przedstawionych metod, system klasyfikacji tusz wołowych w Unii Europejskiej jest typowym systemem ilościowym i nie zawiera żadnych elementów oceny jakościowej. Mimo to różne stosunki tkanki mięsnej i tłuszczowej w poszczególnych klasach uformowania i otluszczenia mogą być powiązane z niektórymi cechami jakościowymi. Opinia na ten temat w literaturze jest dość skąpa i niejednoznaczna. Wajda i Daszkiewicz [24] stwierdzili brak istotnych różnic między cechami fizykochemicznymi, składem chemicznym i cechami sensorycznymi mięsa buhajów różnych klas uformowania. Inni autorzy [9, 10] związek ten wykazali, ale tylko w odniesieniu do cech fizykochemicznych mięsa. Badania wykazały, że mięso wołowe pochodzące z wyższych klas otluszczenia charakteryzowało się większą marmurkowatością i niższym pH, a także korzystniejszymi cechami sensorycznymi [6, 7].

Celem pracy było określenie wpływu klas uformowania i otluszczenia tusz krów rasy mlecznej ocenianych systemem EUROP na jakość mięsa.

Materiał i metody badań

Badania wykonano w jednym z zakładów ubojowych Wielkopolski w okresie letnim 2014 r. na populacji 6 - 7 letnich krów, reprezentującej rasę niziną czarnobiałą w liczbie 216 szt. zwierząt w różnych klasach uformowania (klasy R, O, P) oraz otluszczenia tusz (1, 2, 3 i 4) – tab. 1. Nie badano tusz krów klasy uformowania E i U oraz klasy otluszczenia 5 ze względu na ich bardzo mały udział w populacji, tj. poniżej 1 % [12]. Ubój wykonywano po dobowym przetrzymywaniu zwierząt w magazynie żywca zakładu mięsnego, gdzie nie były karmione, lecz miały stały dostęp do wody. Do oszłamiania wykorzystano urządzenie Radical. Masę tuszy ciepłej ustalano na wadze kolejkowej z dokładnością do 100 g. Klasyfikację uformowania i otluszczenia tusz w systemie EUROP wykonywał uprawniony klasyfikator zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (EC) No 1249/2008 [5]. Po wychłodzeniu systemem jednostopniowym w temp. ok. 4 °C półtusze przecinano na ćwierćtusze pomiędzy siódmym i ósmym

żebrem tak, aby możliwa była ocena przekroju mięśnia *longissimus thoracis* – LT) (cięcie typu pistoletowego). Mierzono liniałem szerokość i wysokość przekroju mięśnia LT oraz obliczano jego powierzchnię jako iloczyn tych dwóch pomiarów pomnożony przez wskaźnik 0,8 [27].

Tabela 1. Charakterystyka liczbowa badanych tusz krów w poszczególnych klasach uformowania i otłuszczenia EUROP

Table 1. Numerical characteristic of cow carcasses analyzed in individual conformation and fatness classes acc. to EUROP system

Klasy uformowania Conformation classes			Klasy otłuszczenia Fatness classes			
R	O	P	1	2	3	4
16	133	67	51	36	83	46

Ocena jakościowa mięśnia LT obejmowała pomiar pH_{24} , pomiary składowych barwy L^* , a^* , b^* , ocenę punktową barwy za pomocą wzorca (1 pkt – barwa jasna, 5 pkt – barwa ciemna) oraz ocenę punktową marmurkowatości przy wykorzystaniu wzorca (1 pkt – niewidoczna marmurkowatość, 5 pkt – duża marmurkowatość). Pomiary pH wykonywano pehametrem PHM 80 z elektrodą zespoloną, natomiast barwę mierzono w systemie CIE $L^*a^*b^*$ przy użyciu spektrofotometru Minolta CR 400, (obserwator 10° , illuminant D65).

Za graniczną wartość mięsa DFD przyjęto pH_{24} powyżej 6,2.

Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu StatSoft, Inc. (2003) Statistica ver. 6 (www.statsoft.com) Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic między średnimi wyznaczono testem Tukeya. Wpływ klas tusz na częstotliwość występowania mięsa DFD ustalono na podstawie testu χ^2 .

Wyniki i dyskusja

Na podstawie wyników pomiarów i oceny podstawowych cech jakościowych mięśnia LT wykazano brak wpływu badanych klas uformowania tusz na jego barwę i marmurkowatość (tab. 2). Stwierdzono natomiast, że najwyższym pH_{24} charakteryzował się mięsień tusz klasy P, odznaczający się najsłabszym umięśnieniem. Skutkiem tego był najwyższy udział tej klasy z mięsem DFD, który wyniósł średnio 26,87 % populacji (tab. 4). Na podstawie testu χ^2 stwierdzono istotny wpływ klas uformowania ($p \leq 0,05$) na częstotliwość występowania mięsa DFD i wykazano, że był on największy w tuszach klasy P oraz wielokrotnie mniejszy w pozostałych badanych klasach O i R (tab. 4). Tusze klasy uformowania P miały również mniejszą wartość rzeźną od pozostałych klas, tj. najmniejszą powierzchnię przekroju mięśnia LT ($p \leq 0,05$) oraz najmniejszą średnią masę tuszy cieplej, która wynosiła w przypadku tusz klas R, O i P

odpowiednio [kg]: 324,80, 288,60 oraz 226,49 i różniła się statystycznie istotnie pomiędzy klasami uformowania ($p \leq 0,01$).

Tabela 2. Jakość *m. longissimus thoracis* w różnych klasach uformowania tusz krów

Table 2. Quality of *m. longissimus thoracis* in different EUROP conformation classes of cow carcasses

Cechy jakości Quality traits	Klasy uformowania / Conformation classes						Poziom istotności Level of significance, p
	R		O		P		
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
pH ₂₄	5,72	0,13	5,77 ^A	0,15	5,93 ^B	0,30	0,01
L*	35,91	4,22	36,27	4,42	36,14	4,89	0,60
a*	21,51	3,31	21,52	3,43	19,38	3,05	0,99
b*	6,50	2,01	6,97	2,45	5,20	2,93	0,30
Ocena barwy Colour assessment [pkt / pts]	3,01	0,90	3,88	1,11	4,10	1,12	0,43
Ocena marmurkowatości Marbling assessment [pkt / pts]	2,43	1,22	2,85	1,32	2,43	1,12	0,07
Powierzchnia oka m. LT Rib-eye area** [cm ²]	55,61 ^a	17,10	54,28 ^a	18,65	28,14 ^b	13,67	0,05
Masa tuszy ciepłej Hot carcass weight [kg]	324,80 ^A	49,10	288,60 ^B	43,90	226,49 ^C	42,65	0,01

Objaśnienia / Explanatory notes:

$\bar{x}$ – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation; A, B, C – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,01$ / mean values in rows and denoted by different uppercase letters are statistically significant at $p \leq 0,01$; a, b – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values in rows and denoted by different small letters are statistically significant at $p \leq 0,05$; ** – powierzchnia oka m. LT między 7. i 8. żebrzem / area of cross-section of LD muscle between 7 and 8 rib

Inny wpływ na jakość mięsa krów miały klasy otluszczenia tusz (tab. 3). Najwyższe pH₂₄ mięśnia LT stwierdzono w tuszach klasy 1 o najmniejszym otluszczeniu, które różniło się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) od pozostałych klas: 2, 3 i 4. W tuszach tej klasy obserwowano największy udział mięsa o cechach DFD, który wynosił 27,45 % populacji. W pozostałych klasach otluszczenia udział tusz z mięsem DFD był znacznie mniejszy i wynosił kilka procent. Wykonane obliczenia testu χ^2 (tab. 4) wykazały jednak statystycznie słaby wpływ tych klas na częstotliwość występowania tej wady surowca ($p \leq 0,25$). Nie stwierdzono także wpływu otluszczenia tusz na jasność barwy i ocenę wizualną barwy, ale wykazano mniejszą wartość parametrów składowych a* i b* w mięśni LT tusz klasy 1 ($p \leq 0,01$). Klasy otluszczenia różnicowały istotnie stopień marmurkowatości mięśnia LT ($p \leq 0,01$). Mniejszą marmurkowatość stwierdzono w mięsie krów klasy 1 i 2 niż w klasach 3 i 4. Klasy otluszczenia miały również

wpływ na średnią masę tusz ciepłych, która zwiększała się w miarę zmiany klasy od pierwszej do czwartej ($p \leq 0,01$), ale nie wpłynęły na wielkość powierzchni mięśnia LT na przekroju półtuszy pomiędzy 7. i 8. żebrzem ($p = 0,88$).

Tabela 3. Jakość *m. longissimus thoracis* w różnych klasach otłuszczenia tusz krów
Table 3. Quality of *m. longissimus thoracis* in different EUROP fatness classes of cow carcasses

Cechy jakości Quality traits	Klasy otłuszczenia / Fatness classes								Poziom istotności Level of significance p
	1		2		3		4		
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
pH ₂₄	5,95 ^a	0,30	5,81 ^b	0,21	5,79 ^b	0,19	5,76 ^b	0,15	0,05
L*	35,90	5,14	35,05	3,24	36,43	3,96	37,61	6,07	0,22
a*	18,71 ^A	4,61	21,61 ^B	2,56	21,49 ^B	3,35	21,51 ^B	4,01	0,01
b*	4,59 ^A	3,00	6,66 ^B	2,44	6,92 ^B	2,38	7,59 ^B	2,21	0,01
Ocena barwy Colour assessment [pkt / pts]	4,18	1,13	4,06	1,12	3,77	1,11	3,97	1,07	0,56
Ocena marmurkowa- tości Marbling assessment [pkt / pts]	2,10 ^A	0,92	2,17 ^A	0,77	2,96 ^B	1,24	3,70 ^B	1,49	0,01
Powierzchnia oka m. LT / Rib-eye area** [cm ²]	32,25	25,44	36,46	28,81	53,41	49,26	57,35	50,61	0,88
Masa tuszy ciepłej Hot carcass weight [kg]	213,62 ^A	37,81	262,54 ^B	39,48	281,31 ^B	42,26	322,53 ^C	36,96	0,01

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

Wykazano słaby związek pomiędzy badanymi cechami jakości mięsa a klasami uformowania tusz krów rzeźnych (wyselekcjonowanych z krów mlecznych). Klasy nie miały wpływu ani na parametry barwy, ani na marmurkowatość mięśnia LT. Jedynie w klasie P stwierdzono najmniejsze zakwaszenie mięśnia oraz największą częstotliwość występowania mięsa DFD. Również Wajda i Daszkiewicz [24] nie wykazali istotnych różnic pod względem cech fizykochemicznych i sensorycznych między klasami uformowania buhajów U, R i O. Bartoń i wsp. [2] prowadzili badania mięśnia *longissimus lumborum* buhajów i wykazali pH₂₄ (5,74) podobne do oznaczonego w niniejszej pracy, lecz jaśniejszą barwę, co niewątpliwie ma związek z kategorią bydła [2]. Większe zakwaszenie tego mięśnia (5,49) wykazali natomiast w innych badaniach Bureś i Bartoń [4]. Także badania argentyńskie [11], prowadzone na mięśniach

krów rasy Hereford zróżnicowanych wiekiem (3, 4 - 5, 6 - 8 i 12 lat), wykazały średnie

Tabela 4. Udział tusz krów z mięsem DFD w poszczególnych klasach uformowania i otluszczenia
Table 4. Percentage content of cow carcasses with DFD meat in individual conformation and fatness classes

Klasa uformowania Conformation class	n	Liczba tusz z mięsem DFD Number of carcasses with DFD meat	Udział tusz z mięsem DFD Content of carcasses with DFD meat [%]	Klasa otluszczenia Fatness class	n	Liczba tusz z mięsem DFD Number of carcasses with DFD meat	Udział tusz z mięsem DFD Content of carcasses with DFD meat [%]
R	16	0	0	1	51	14	27,45
O	133	2	1,50	2	36	1	2,78
P	67	18	26,87	3	83	4	4,82
				4	46	1	2,17
$\chi^2_{\text{emp.}} = 6,81$ $\chi^2_{0,05} = 5,99$				$\chi^2_{\text{emp.}} = 5,23$ $\chi^2_{0,05} = 7,81$ $\chi^2_{0,25} = 4,11$			

wartości pH₂₄ mięśnia *longissimus dorsi* odpowiednio: 5,52, 5,51, 5,53 i 5,56, a więc niższe od wartości pH₂₄ krów polskich w badaniach własnych. Wymienieni autorzy wykazali jednak podobne wartości jasności barwy L* (32,32 ÷ 35,22 – zależnie od wieku) oraz zbliżone wartości parametrów barwy a* (17,61 ÷ 19,71) i b* (4,29 ÷ 5,52). Także średnia masa tusz (219,2 ÷ 244,5 kg) była bliska uzyskanej w badaniach własnych. Natomiast tusze krów rasy fryzyskiej badane w USA [18] miały masę 325 ÷ 375 kg, zbliżoną do średniej masy tusz w klasie R uzyskanej w tej pracy. Mięso tych krów charakteryzowało się również dużym zakwaszeniem mięśnia *longissimus lumborum* (pH = 5,45).

Z uwagi na uformowanie mięśnie tusz skrajnej klasy P charakteryzowały się niższą jakością w zakresie niektórych cech (omówionych wyżej), również pod względem otluszczenia stwierdzono podobną zależność w mięśniach najmniej otluszczonej klasy 1. Mięśnie tej klasy charakteryzowały się wyższym pH₂₄ i większym udziałem mięsa DFD w populacji badanych tusz, mniejszą marmurkowatością oraz niższymi wartościami parametrów składowych barwy a* i b*. Klasy otluszczenia nie miały wpływu na wielkość powierzchni przekroju mięśnia LT, ale miały istotny wpływ na masę tusz ciepłych, która była tym większa im wyższa klasa otluszczenia. Wajda i Daszkiewicz [25] wykazali także, że mięso tusz buhajów zaliczanych do wyższych klas otluszczenia charakteryzowało się większą marmurkowatością, natomiast klasy otluszczenia nie miały wpływu na cechy fizykochemiczne i sensoryczne.

Pod względem częstotliwości występowania mięsa DFD w tuszach bydła już dawno stwierdzono, że mięso wołowe o mniejszej wartości odżywczej, a szczególnie

zawierające mniej wolnych kwasów tłuszczowych i triacylogliceroli częściej wykazuje cechy DFD niż mięso o wyższej jakości [14]. Inni autorzy dowiedli, że w tuszach lekkich i z mniejszą powierzchnią przekroju mięśnia *longissimus dorsi*, a więc o gorszej klasie uformowania, odchylenie jakościowe typu DFD występuje częściej [16].

Główną przyczyną braku różnic jakości mięsa pomiędzy większością klas uformowania i otłuszczenia tusz ocenianych w systemie EUROP jest brak uwzględnienia kryteriów oceny jakości. Wprowadzenie tych kryteriów wymagałoby zmiany klasyfikacji tusz ciepłych na klasyfikację tusz wychłodzonych oraz wykonania przecięcia jednej z półtuszy tak, aby była widoczna powierzchnia przekroju mięśnia *longissimus dorsi*. Ocena przy użyciu wzorców: barwy, marmurkowatości i powierzchni przekroju mięśnia oraz pomiar pH_{24} stworzą podstawę do podziału tusz na klasy jakościowe, które będą uzupełnieniem klasyfikacji ilościowej EUROP. Dzięki takiej modyfikacji europejski system klasyfikacji tusz wołowych byłby porównywalny z systemami: amerykańskim, australijskim i japońskim.

Wnioski

1. Klasy uformowania tusz krów nie miały wpływu na parametry barwy L^* , a^* , b^* oraz na marmurkowatość mięśnia *longissimus thoracis*. Mięsień tusz klasy P charakteryzował się wyższym pH_{24} w porównaniu z tuszami klas O i R oraz wykazywał największą częstotliwość występowania odchyleń jakościowych typu DFD ($p \leq 0,05$).
2. Mięsień *longissimus thoracis* tusz krów klasy otłuszczenia 1 charakteryzował się wyższym pH_{24} , niższymi wartościami parametrów barwy a^* i b^* oraz najmniejszą marmurkowatością w porównaniu z innymi klasami. Wykazywał też większą częstotliwość występowania odchyleń jakościowych typu DFD ($p \leq 0,25$).
3. Klasy uformowania i otłuszczenia tusz krów mają związek z masą tusz ciepłych, która wzrasta wraz ze zwiększeniem stopnia uformowania ($p \leq 0,01$) oraz ze zwiększeniem otłuszczenia ($p \leq 0,01$).
4. Wielkość powierzchni przekroju mięśnia *longissimus thoracis* nie zależy od klasy otłuszczenia ($p \leq 0,88$), różni się natomiast w zależności od klasy uformowania, wykazując istotną różnicę pomiędzy klasą P a klasami O i R ($p \leq 0,05$).

Literatura

- [1] Allen P., Finnerty N.: Mechanical Grading of Beef Carcasses. Teagasc, Dublin 2001.
- [2] Bartoń L., Bureś D., Kudrna V.: Meat quality and fatty acids profile of the *musculus longissimus lumborum* in Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais x Czech Fleckvieh bulls fed different types of silages. Czech J. Anim. Sci., 2010, 55, 479-487.
- [3] Borggaard C., Madsen N.T., Thodberg H.H.: In-line image analysis in the slaughter industry, illustrated by beef carcass classification. Meat Sci., 1996, 43 Suppl., 151-163.

- [4] Bureś D., Bartoń L.: Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech J. Anim. Sci.*, 2012, 57, 34-43.
- [5] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1249/2008 z dnia 10 grudnia 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrożenia wspólnotowych skal klasyfikacji tusz wołowych, wieprzowych i baranich oraz raportowania ich cen. *Dz. Urz. UE L 337*, ss. 3-30, z 16.12.2008 z późn. zm.
- [6] Daszkiewicz T., Wajda S., Bąk T., Matusiewicz P.: Jakość mięsa jałówek mieszańców ras czarno-białej x Limousin w zależności od klasy otluszczenia w systemie EUROP. *Zesz. Nauk. Przegł. Hodowl.*, 2003, 68, 275-282.
- [7] Daszkiewicz T., Wajda S.: Quality of meat from carcasses of bulls from crossing Limousine bulls with Black and White cows classed to the different classes of fatness in EUROP system. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tł.*, 2000, XXXVIII, 43-49.
- [8] Ferguson D., Thompson J.M., Barret-Lennard D.B., Sorensen B.: Prediction of beef carcass yield using whole carcass Viascan. 41st ICoMST, San Antonio 1995, pp. 183-184.
- [9] Florek M., Litwińczuk Z.: Interdependencies between evaluation of half-carcass conformation and fatness in EUROP system and physicochemical quality of young bull meat. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, 10/51 (3 S), 201-204.
- [10] Florek M., Litwińczuk Z.: Comparison of physicochemical quality of young bull meat classification into three commercial classes EUROP. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, 10/51 (3 S), 205-208.
- [11] Galli I., Teira G., Perlo F., Bonato P., Tisocco O., Monje A., Vittone S.: Animal performance and meat quality in cull cows with early weaned calves in Argentina. *Meat Sci.*, 2008, 79, 512-528.
- [12] Janiszewski P., Borzuta K., Lisiak D., Powałowski K., Samardakiewicz Ł.: Effect of carcass conformation and fatness on beef pH and characterization of the purchase structure of domestic beef cattle. *Scient. Ann. Pol. Soc. Anim. Prod.*, 2015, 11, 3, 56-67.
- [13] Janiszewski P., Borzuta K., Lisiak D., Grześkowiak E., Powałowski K.: Meat quality of beef from young bull carcasses varying in conformation or fatness according to the EUROP classification system. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2017, DOI: 10.1080/1828051X.2017.1398054.
- [14] Karpińska B., Krzywicki K.: Współzależność pomiędzy zawartością wolnych kwasów tłuszczowych i trójglicerydów a ekstensywnością glikolizy w mięśni najdłuższym grzbiecie u bydła. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tł.*, 1985/1986, XXII/XXIII, 86-94.
- [15] Madsen N.T., Thodberg H.H., Fiig T., Ovesen E.: BCC-2 for objective beef carcass classification and prediction of carcass composition. 42nd ICoMST, Lillehammer, Norway, 1996, pp. 244-245.
- [16] Mc Gilchrist P., Alston C.L., Gardner G.E., Thomson K.L., Pethick D.W.: Beef carcasses with larger eye muscle areas, lower ossification scores and improved nutrition have a lower incidence of dark cutting. *Meat Sci.*, 2012, 92 (4), 474-480.
- [17] Monteils V., Sibra C., Ellies-Oury M.P., Botreau R., De La Torre A., Laurent C.: A set of indicators to better characterize beef carcasses at the slaughterhouse level in addition to the EUROP system. *Liv. Sci.*, 2017, 202, 44-51.
- [18] Obuz E., Akkaya L., Gok V., Dikeman M.E.: Effects of blade tenderization, aging method and aging time on meat quality characteristics of longissimus lumborum steaks from cull Holstein cows. *Meat Sci.*, 2014, 96, 1227-1232.
- [19] Official United States Standards for grades of carcass beef. U.S. Government Printing Office, 1998, 241-790/80702.
- [20] Polkinghorne R., Watson R., Thompson J.M., Pethick D.W.: Current usage and future development of the Meat Standards Australia (MSA) grading system. *Austr. J. Exp. Agric.*, 2008, 48, 1459-1464.
- [21] Polkinghorne R.J., Thompson J.M., Watson R., Gee A., Porter M.: Evolution of the Meat Standards Australia (MSA) beef grading system. *Austr. J. Exp. Agric.*, 2008, 48, 1351-1359.
- [22] Polkinghorne R.J., Thompson J.M.: Meat standards and grading. A world view. *Meat Sci.*, 2010, 86, 227-235.

- [23] StatSoft: Elektroniczny Podręcznik Statystyki PL. Kraków 2006. [on line]. StatSoft. Dostęp w Internecie: <http://www.statsoft.pl/textbook/stathome.html>
- [24] Wajda S., Daszkiewicz T.: Jakość mięsa z tusz buhajków rasy czarno-białej (cb) i mieszańców limousine x cb zaliczonych do różnych klas uformowania w systemie EUROP z uwzględnieniem różnego czasu dojrzewania. Roczn. Inst. Przem. Mięs. Tł., 2000, XXXVIII, 33-42.
- [25] Wajda S., Daszkiewicz T.: Wartość rzeźna i jakość mięsa z tusz buhajków zaliczonych do różnych klas otluszczenia w systemie EUROP. Roczn. Inst. Przem. Mięs. Tł., 2001, XXXVIII, 23-29.
- [26] Wichlacz H.: Metody oceny i klasyfikacji półtuszy bydła rzeźnego na świecie. Gosp. Mięs., 1997, 5, 58-61.
- [27] Wichlacz H.: Badania nad przydatnością tradycyjnych i elektronicznych metod oceny składu tkankowego półtuszy bydła rzeźnego. Rozprawa habilitacyjna. Ann. Anim. Sci., Instytut Zootechniki, 1999.

QUALITY OF COW MEAT IN INDIVIDUAL CONFORMATION AND FATNESS CLASSES ASSESSED USING EUROP SYSTEM

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the effect of conformation and fatness classes of beef carcasses, assessed using a EUROP system, on meat quality. 216 carcasses from cows of the Black and White breed were studied in order to determine the relation between the m. *longissimus thoracis* quality and the EUROP classes. The carcasses analysed represented 3 conformation and 4 fatness classes. Under the quality assessment of m. *longissimus thoracis* (m. LT), a pH₂₄ value was measured as were the colour parameters in the CIE L*a*b* system with the use of a Minolta CR-400 spectrophotometer. Also, the quality assessment performed included a marbling analysis. Based on the research results obtained, it was found that both the conformation and fatness classes were not related with the meat quality in the R and O conformation classes or with the fatness classes 2, 3, and 4. However, it was proved that the carcass meat of P conformation class and of the fatness class 1 was characterized by a higher pH₂₄ value ($p \leq 0.01$) and a higher incidence of discrepancies of DFD (*Dark Firm Dry*) type in the quality. Moreover, the carcass meat in the 1st fatness class was characterised by the lowest values of a* and b* colour parameters ($p \leq 0.01$) and a lower marbling ($p \leq 0.01$) in comparison to that of the classes 3 and 4. The conformation and fatness classes of the cow meat were related to hot cow carcass weight that increased along with the higher degree of conformation ($p \leq 0.01$) and the higher degree of fatness ($p \leq 0.01$). The size of the surface area of the *longissimus thoracis* muscle did not depend on the fatness class ($p \leq 0.88$) but it differed depending on the conformation class; it also showed a significant difference between the P class and the O and R classes ($p \leq 0.05$).

Key words: cow carcasses, EUROP classification, conformation, fatness, slaughter value, meat quality 

PRZEMYSŁAW KOWALCZEWSKI, GRAŻYNA LEWANDOWICZ,
MICHAŁ PIĄTEK, MIROŚŁAWA KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK,
ANNA MAŁECKA, WOJCIECH BIAŁAS

WPLYW POSTACI DODATKU BIOAKTYWNYCH SKŁADNIKÓW SOKU Z ZIEMNIAKA NA JAKOŚĆ PASZTETÓW

Streszczenie

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu dodatku soku z ziemniaka, będącego źródłem związków bioaktywnych o udokumentowanych właściwościach prozdrowotnych, zastosowanego w recepturze pasztetów na teksturę, mikrostrukturę i właściwości sensoryczne otrzymanych produktów. Sok z ziemniaka był dodawany w dwóch postaciach: świeżej lub utrwalonej metodą suszenia rozpyłowego.

Przeprowadzone badania w skali półtechnicznej dowiodły, że zastosowanie odpowiedniej technologii wytwarzania pasztetu zawierającego dodatek bioaktywnych składników soku z ziemniaka pozwala uzyskać atrakcyjny sensorycznie, wysoko oceniany przez konsumentów produkt prozdrowotny. Wykazano również, że dodatek soku z ziemniaka, bez względu na zastosowaną formę, wywierał istotny wpływ na zmianę tekstury pasztetów i powodował wzrost: twardości, smarowności i lepkości oraz zmniejszenie adhezji. Od postaci w jakiej dodawany był sok z ziemniaka zależały natomiast stopień zdyspersgowania tłuszczu w pasztetach i akceptacja konsumencka produktów. Dodatek suszonego soku z ziemniaka powodował wzrost rozdrobnienia kuleczek tłuszczowych i bardziej równomierne rozmieszczenie ich w strukturze wzbogaconego pasztetu. W przypadku zastosowania dodatku w formie świeżego soku z ziemniaka nie zaobserwowano statystycznie istotnych zmian analizowanych parametrów dyspersji tłuszczu w odniesieniu do pasztetu bez dodatku. Ocena atrakcyjności sensorycznej wykazała, że pasztet wzbogacony świeżym sokiem z ziemniaka uzyskał równie wysokie noty (zarówno ze względu na barwę, konsystencję, jak i smakowość) jak pasztet bez dodatków wzbogacających. Natomiast pasztet wzbogacony suszonym sokiem z ziemniaka był w nieznacznie mniejszym stopniu akceptowany przez konsumentów.

Słowa kluczowe: sok z ziemniaka, żywność funkcjonalna, pasztet, nieswoiste zapalenie jelit, jakość

Dr inż. P. Kowalczewski, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, prof. dr hab. inż. G. Lewandowicz, dr hab. inż. W. Białas, mgr A. Małicka, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, dr inż. M. Piątek, dr inż. M. Krzywdzińska-Bartkowiak, Katedra Technologii Mięsa, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-624 Poznań. Kontakt: przemyslaw.kowalczewski@up.poznan.pl

Wprowadzenie

W ostatnich latach obserwuje się stały wzrost zainteresowania żywnością funkcjonalną, co związane jest zarówno ze stałym wzrostem zapadalności na tzw. choroby cywilizacyjne, jak i ze wzrostem świadomości konsumentów na temat zależności pomiędzy sposobem odżywiania a stanem zdrowia. W odpowiedzi na to zapotrzebowanie w latach 2010 – 2015 konsorcjum naukowe, pod egidą Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, zrealizowało projekt PO IG 01.01.02-00-061/09 "Nowa żywność bioaktywna o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych". W jego wyniku zaprojektowano kilkadziesiąt technologii produktów spożywczych ograniczających zachorowalność na takie choroby, jak: nadciśnienie, otyłość, cukrzyca czy nieswoiste zapalenie jelit (NZJ). W opracowanych technologiach wykorzystano szereg różnorodnych substancji bioaktywnych pochodzących z różnych roślin, m.in. sok z ziemniaka, a część z nich jest aktualnie wdrażana.

Świeżo wyciśnięty sok z ziemniaka był stosowany w medycynie ludowej jako panaceum na wrzody żołądka, jednak weryfikacja naukowa efektywności i bezpieczeństwa stosowania soku z ziemniaka została zapoczątkowana dopiero na przełomie XX i XXI wieku [4, 39]. Wartość odżywcza i lecznicza soku z ziemniaka wiąże się głównie z zawartymi w nim białkami, a frakcję bezbiałkową traktuje się jako uciążliwy odpad, podczas gdy jej składniki są niezwykle cenne ze względu na swoją aktywność biologiczną:

- wykazują działanie cytotoksyczne i genotoksyczne w stosunku do komórek nowotworowych przewodu pokarmowego [27],
- działają przeciwzapalnie w obrębie całego przewodu pokarmowego [26], a co istotne, aktywność ta nie ulega osłabieniu w wyniku obróbki termicznej soku [25]. Mechanizm tej aktywności nie jest dokładnie wyjaśniony, jednak może być związany z potencjałem antyoksydacyjnym, jakim charakteryzuje się sok z ziemniaka [10] bądź też ze specyficzną aktywnością przeciwdrobnoustrojową [21].

Należy podkreślić, że dzięki postępowi w uprawie wzbudzająca obawy konsumentów obecność toksycznych glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka nie stanowi aktualnie zagrożenia. Od lat uprawiane w Polsce ziemniaki charakteryzują się bezpiecznie małą zawartością solaniny i chakoniny. Ponadto obieranie ziemniaków pozwala dwukrotnie obniżyć poziom glikoalkaloidów [29].

Ze względu na działanie przeciwzapalne sok z ziemniaka mógłby być wykorzystany jako dodatek prozdrowotny w dietoterapii nieswoistego zapalenia jelit (NZJ), które staje się systematycznie narastającym problemem społecznym. W Europie średnia zachorowalność na chorobę Leśniowskiego-Crohna wynosi na 100 000 mieszkańców rocznie $0,5 \div 10,6$, natomiast na wrzodziejące zapalenie jelita grubego – $0,9 \div 24,3$ [3]. Przeszkodą w bezpośrednim stosowaniu soku z ziemniaka może być jego niewielka atrakcyjność sensoryczna. Rozwiązaniem mogłoby być wprowadzenie tego

surowca jako składnika żywności funkcjonalnej. W ramach projektu „Bioaktywna żywność” opracowano już i zgłoszono do ochrony w Urzędzie Patentowym RP technologie pełnej linii bioaktywnych produktów spożywczych zawierających sok z ziemniaka obejmujące: pieczywo chrupkie [17], pasztety [12], parówki [13], makaron [18], danie obiadowe [14], przekąski [19] oraz napój [11]. Produkty te adresowane są głównie do osób cierpiących na nieswoiste zapalenie jelit, jednak z powodzeniem mogą być spożywane przez wszystkich konsumentów poszukujących produktów wysokiej jakości.

Zastosowanie produktów mięsnych jako źródła dobrze przyswajalnego żelaza hemowego, wzbogaconych w naturalne substancje łagodzące stan zapalny w obrębie przewodu pokarmowego, z jednej strony może dostarczyć brakujących składników mineralnych, z drugiej zaś zwiększy wchłanianie tych składników. Paszтет, dzięki zastosowaniu odpowiednich procesów technologicznych, ma kremową konsystencję, która czyni go dobrym dodatkiem do kanapek. Produkt ten może być spożywany zarówno na zimno, jak i na ciepło [6].

Sok z ziemniaka może być wprowadzany do produktu spożywczego zarówno w postaci świeżej, jak i utrwalonej w drodze obróbki termicznej. Należy jednak mieć na uwadze, że zmiana składu recepturowego ma istotny wpływ na jakość produktu rozumianą zarówno jako właściwości fizykochemiczne, jak i sensoryczne [16, 16, 20]. Jakość uzyskanego produktu może zależeć także od formy zastosowanego dodatku.

Celem pracy była ocena wpływu soku z ziemniaka zastosowanego w recepturze pasztetu, alternatywnie w postaci świeżej lub utrwalonej metodą suszenia rozpyłowego, na teksturę, mikrostrukturę i właściwości sensoryczne otrzymanego produktu.

Materiał i metody badań

Przygotowanie soku z ziemniaka

Świeży sok z ziemniaka uzyskiwano z wykorzystaniem sokowirówki z ziemniaków odmiany ‘Agata’. Sok przetrzymywano do momentu całkowitej sedymentacji skrobi, a następnie dekantowano.

Sok suszono rozpyłowo za pomocą laboratoryjnej suszarni Niro Mobile Minor A/S (GEA, Dania) przy użyciu dyszy pneumatycznej o średnicy 200 µm i ciśnieniu atomizującym 0,15 MPa oraz zastosowaniu temperatur powietrza: 170 °C na wlocie do komory suszarniczej i 95 °C na wylocie. Otrzymywano susz soku z ziemniaka o wilgotności $10,7 \pm 0,2$ %.

Przygotowanie pasztetu

Skład surowcowy pasztetów (tab. 1) był konsultowany z Wielkopolskim Stowarzyszeniem Colitis Ulcerosa i Choroby Leśniowskiego-Crohna i został dobrany tak, aby żaden z komponentów nie wykazywał działania drażniącego w obrębie przewodu

pokarmowego. Mięso z ud indyka zakupione w Zakładach Drobiarskich Koziegłowy oraz tłuszcz drobny wieprzowy zakupiony w Zakładach Mięsnych Mas-Pol (Turek) gotowano w wodzie do miękkości. Tak przygotowany surowiec wstępnie rozdrabniano w wilku typu PT-98 (Mainca, Hiszpania) przy użyciu siatki o średnicy oczek 3 mm. Kolejnym etapem było kutowanie w kutrze misowym CR-22 (Mainca, Hiszpania) z udziałem gorącego bulionu pozyskanego podczas gotowania mięsa oraz mieszanki przypraw składającej się z pieprzu, suszonej cebuli i majeranku (McCormick Polska S.A.) w temp. ok. 55 °C. Na tym etapie dodawano też świeży bądź wysuszony sok z ziemniaka. Do wykutrowanej masy dodawano surową, homogenizowaną wątrobę wieprzową zakupioną w Zakładach Mięsnych Mas-Pol i kontynuowano zabieg rozdrabniania do uzyskania jednolitej konsystencji. Przygotowany farsz nadziewano w osłonki barierowe poliamidowe kaliber 40 mm (Podanfol, Polska) i parzono w parze do uzyskania w centrum geometrycznym batonu 72 °C, schładzano i przechowywano w warunkach chłodniczych (4 °C) przez 24 h.

Tabela 1. Skład surowcowy badanych pasztetów
Table 1. Ingredients in pâtés analysed

Składnik Ingredient [%]	Pasztet kontrolny Reference pâté	Pasztet z dodatkiem świeżego soku z ziemniaka Pâté with fresh potato juice	Pasztet z dodatkiem suszonego soku z ziemniaka Pâté with spray-dried potato juice
Mięso z podudzi indyjskich Turkey shank meat	42,85	42,85	42,56
Tłuszcz drobny wieprzowy / Pork fat	19,47	19,47	19,34
Wątroba wieprzowa / Pork liver	15,55	15,55	15,44
Bulion wieprzowy / Pork broth	19,59	10	19,46
Przyprawy / Spices	2,54	2,54	2,52
Świeży sok z ziemniaka Fresh potato juice	0	9,59	0
Suszony sok z ziemniaka Spray-dried potato juice powder	0	0	0,68

Ocena konsumencka pasztetów

Ocenę konsumencką pasztetów przeprowadzano metodą ankietową z wykorzystaniem skali liniowej [37]. Oceniano cechy: barwę, konsystencję, smakowość oraz przeprowadzano ocenę ogólną. Skala, podobnie jak niestrukturyzowane skale liniowe, zakończona była dwoma określeniami cech: „bardzo nie lubię” oraz „bardzo lubię” na drugim końcu skali. Skalę podzielono na 10 segmentów [2, 7]. Do badań włączono 55

ochotników, studentów i pracowników Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, w wieku od 25 do 55 lat.

Analiza składu podstawowego

Oznaczano zawartość: soli – argentometryczną metodą Mohra zgodnie z normą PN-A-82112:1973/Az1:2002 [32], azotu całkowitego – metodą Kjeldahla zgodnie z normą PN-EN ISO 8968-1:2014-03 [33], wody – zgodnie z normą PN-ISO 1442:2000 [34], tłuszczu – metodą Soxhleta zgodnie z normą PN-ISO 1444:2000 [35].

Analiza tekstury

Badania tekstury pasztetów wykonywano za pomocą uniwersalnego analizatora tekstury TA.XT2i (Stable Microsystem, Wielka Brytania) wyposażonego w głowicę pomiarową o maksymalnej sile nacisku wynoszącej 5 kg oraz stożkowy sensor do badania smarowności wykonany z pleksi (HDP/SR, Stable Microsystem, Wielka Brytania). Kąt pomiędzy podstawą stożka a tworzącą wynosił 45°. Głowica pomiarowa poruszała się z prędkością 3,0 mm·s⁻¹. Test smarowności składał się z dwóch faz, podczas których rejestrowano siłę w czasie. Szybkość akwizycji danych wynosiła 200 punktów pomiarowych na sekundę. Podczas pierwszej fazy testu górny stożek zanurzał się w badanej próbce, która znajdowała się w nieruchomym pojemniku w kształcie odwróconego stożka. Głębokość zanurzenia stożka w badanej próbce wynosiła 23 mm. Maksymalna wartość siły rejestrowana przez urządzenie podczas tej fazy testu określana jest mianem twardości (ang. *firmness*), podczas gdy pole powierzchni pod krzywą odpowiadające całkowitej sile wymaganej do wykonania pierwszej fazy testu to smarowność (ang. *spreadability*). Podczas drugiej fazy testu głowica poruszała się w kierunku przeciwnym. Maksimum siły rejestrowane podczas tej fazy testu określane jest mianem przylepności (ang. *stickiness*) natomiast pole powierzchni pod krzywą odpowiada pracy adhezji (ang. *work of adhesion*). Pomiary wykonywano w temp. 22 ± 2 °C.

Mikroskopia optyczna i komputerowa analiza obrazu

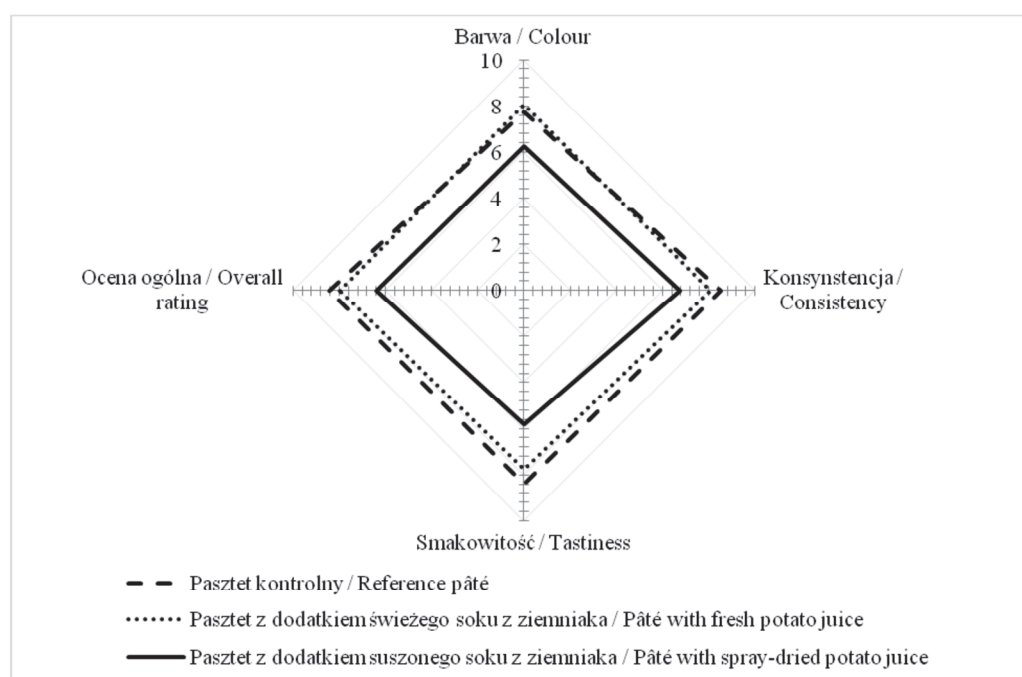
Z każdego wariantu pasztetu pobierano kostki o wymiarach 10 × 10 × 10 mm, mrożono w ciekłym azocie i cięto w kriostacie na plastry o grubości 10 µm. Następnie plastry przenoszono na płytkę i pozostawiano na 30 min w temp. 22 °C celem wysuszenia. Suchy preparat barwiono z wykorzystaniem Oil Red O w celu ujawnienia rozproszenia cząsteczek tłuszczu [30]. Zdjęcia preparatów wykonywano przy użyciu mikroskopu Axiolab (Zeiss, Niemcy) z kamerą CCD i analizowano przy zastosowaniu oprogramowania MuliScan v.13.01. Analizę prowadzono przy współczynniku powiększenia ×200, obserwując: powierzchnię kuleczek tłuszczu, ich liczbę w polu widzenia oraz udział procentowy tłuszczu w polu widzenia.

Analiza statystyczna

Badania tekstury oraz komputerową analizę obrazu wykonano na sześciu niezależnych próbkach produktów. Wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA). W przypadku danych, dla których analiza ANOVA wskazała na odrzucenie hipotezy o równości wszystkich średnich wykonano test wielokrotnych porównań Tukeya. Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu Statistica 10 (Statsoft, Polska) przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Dzięki zastosowaniu surowców o wysokiej jakości, w tym mięsa z indyka oraz wątroby, można uzyskać produkt niedrażniący przewodu pokarmowego, a tym samym akceptowany przez chorych na nieswoiste zapalenie jelit, będący równocześnie dobrym źródłem żelaza. Dodatek soku z ziemniaka może wykazywać działanie łagodzące stan zapalny w obrębie przewodu pokarmowego [26], jednak może powodować zmiany atrakcyjności otrzymanych produktów.



Objaśnienia / Explanatory notes:

Na rysunku przedstawiono wartości średnie / Figure shows mean values

Rys. 1. Wyniki oceny konsumenckiej badanych pasztetów

Fig. 1. Consumer evaluation scores of pâtés analysed

Na podstawie oceny konsumenckiej stwierdzono, że zastosowanie jako dodatku związków bioaktywnych soku z ziemniaka w formie suszonej negatywnie wpłynęło na ogólną ocenę otrzymanego produktu, czego nie obserwowano w przypadku dodatku soku w formie świeżej (rys. 1). Noty produktu wzbogaconego świeżym sokiem z ziemniaka nie różniły się od ocen wystawionych przez ankietowanych pasztetowi bez dodatku soku. Oceny barwy produktu wzbogaconego w świeży sok z ziemniaka były nawet nieznacznie wyższe aniżeli oceny produktu kontrolnego. Wybór i zastosowanie odpowiedniej formy dodatku pozwoliły na otrzymanie atrakcyjnego produktu przezroczystego. Należy jednak mieć na uwadze, że zmiana składu recepturowego ma istotny wpływ na jakość produktów rozumianą nie tylko jako właściwości sensoryczne, ale również fizykochemiczne [8, 36].

Tabela 2. Skład podstawowy badanych pasztetów

Table 2. Basic composition of pâtés analysed

Parametr Parameter	Pasztet kontrolny Reference pâté	Pasztet z dodatkiem świeżego soku z ziemniaka Pâté with fresh potato juice	Pasztet z dodatkiem suszonego soku z ziemniaka Pâté with spray-dried potato juice
Zawartość wody Water content [%]	67,4 ^a ± 0,8	67,5 ^a ± 0,8	65,7 ^b ± 0,6
Zawartość białka Protein content [%]	15,5 ^b ± 0,1	16,9 ^a ± 0,1	17,0 ^a ± 0,1
Zawartość tłuszczu Fat content [%]	13,0 ^a ± 0,1	13,2 ^a ± 0,2	10,0 ^b ± 0,2
Zawartość soli Salt content [%]	2,4 ^a ± 0,1	2,3 ^a ± 0,1	2,45 ^a ± 0,1

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie i odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; a, b – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różną się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values in rows and denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$).

Jakość uzyskanego produktu może też zależeć od formy zastosowanego dodatku, przy czym szczególne znaczenie mają zmiany dynamiki wody [1, 30]. Po porównaniu wyników 4 parametrów składu podstawowego, tj. zawartości białka, tłuszczu, wody całkowitej oraz soli, zaobserwowano zmiany tych parametrów po dodaniu soku z ziemniaka (tab. 2). Wysoko wodochłonny suszony sok z ziemniaka spowodował znaczne zmniejszenie wilgotności pasztetu w porównaniu z próbą kontrolną. Sok w świeżej formie nie spowodował znaczącej zmiany. Zawartość białka w otrzymanych pasztetach, zarówno po dodaniu soku świeżego, jak i jego formy suszonej, uległa znaczącemu zwiększeniu. Ponadto zaobserwowano znaczące zmniejszenie zawartości tłuszczu po dodaniu suszonego soku z ziemniaka. Warto jednak mieć na uwadze dużą

różnorodność stosowanych do produkcji surowców. Różnice zawartości wody, tłuszczu i białka mogły być zatem spowodowane różnicami zawartości tych składników w mięsie czy podrobach, a nie działaniem soku z ziemniaka.

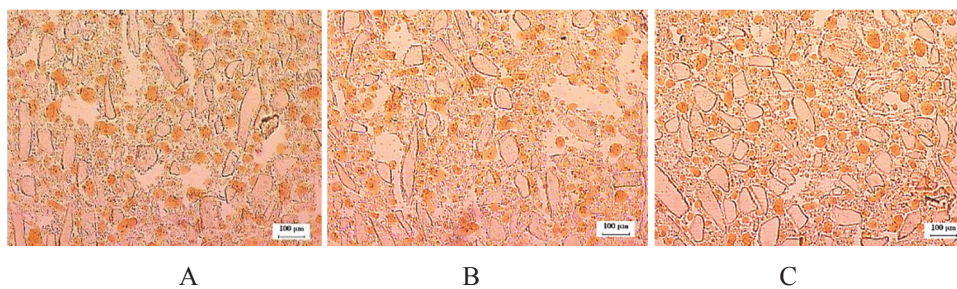
Wyniki oznaczeń tekstury pasztetów przy użyciu teksturometru TA.XT2i umożliwiły wykazanie, że dodatek soku z ziemniaka wywarł istotny wpływ na teksturę pasztetów (tab. 3). Spowodował on wzrost zarówno twardości i smarowności, ale także lepkości przy jednoczesnym obniżeniu wartości adhezji. Związane jest to ze zmniejszeniem udziału wody wolnej odpowiedzialnej za tworzenie się emulsji wodno-tłuszczowej [9], która wiązana jest przez białka soku z ziemniaka. Również Piątek i wsp. [31] wykazali zależność pomiędzy zmniejszeniem zawartości wody wolnej a wzrostem twardości otrzymanych pasztetów. Zaobserwowane zmiany wystąpiły w przypadku zastosowania obu form dodatku, nie zaobserwowano jednak różnic pod względem parametrów tekstury pomiędzy obiema formami dodawanego soku.

Tabela 3. Parametry tekstury badanych pasztetów

Table 3. Texture of pâtés analysed

Próba Sample	Twardość Firmness [N]	Smarowność Spreadability [N·s]	Lepkość Stickiness [N]	Adhezja Adhesion [N·s]
Pasztet kontrolny / Reference pâté	15,5 ^a ± 0,9	29,1 ^a ± 2,1	-15,9 ^a ± 1,0	-2,97 ^a ± 0,28
Pasztet z dodatkiem świeżego soku z ziemniaka Pâté with fresh potato juice	29,4 ^b ± 2,2	55,2 ^b ± 4,7	-24,3 ^b ± 1,8	-1,31 ^b ± 0,05
Pasztet z dodatkiem suszonego soku z ziemniaka Pâté with spray-dried potato juice	30,6 ^b ± 3,7	58,0 ^b ± 7,2	-24,1 ^b ± 1,6	-1,34 ^b ± 0,06

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



Fot. 1. Mikrofotografie pasztetów uzyskane z wykorzystaniem mikroskopii świetlnej: A – pasztet kontrolny, B – pasztet z dodatkiem świeżego soku z ziemniaka, C – pasztet z dodatkiem suszonego soku z ziemniaka (tłuszcz wybarwiony na czerwono)

Photo 1. Photomicrographs of three pâtés made using light microscopy: A – reference pâté; B – pâté with fresh potato juice, C – pâté with spray-dried potato juice (fat is red-stained)

Zaobserwowano także wpływ formy soku z ziemniaka na obraz mikrofotografii pasztetów (fot. 1). Zastosowane wybarwienie tłuszczu znajdującego się w próbach pozwoliło ocenić stopień jego dyspersji. Jest to niezwykle ważne, ponieważ tłuszcz silnie determinuje jakość produktów mięsnych zarówno w kategoriach smaku (soczystość, aromat), jak i tekstury [5, 23]. W badanym przypadku największy wpływ miała forma zastosowanego dodatku, a nie sam fakt wzbogacenia pasztetu.

Zastosowanie systemu komputerowej analizy obrazu, poprzez analizę stopnia rozdrobnienia cząstek tłuszczu w gotowym wyrobie, umożliwiło ocenę wpływu dodatku soku z ziemniaka w dwóch formach: świeżej oraz utrwalonej metodą suszenia rozpyłowego na rozdrobnienie oraz jakość wyprodukowanych pasztetów. Na podstawie rozmieszczenia tłuszczu można wnioskować, że najlepszym rozdrobnieniem tłuszczu oraz najlepszą jego dyspersją w matrycy białkowej charakteryzował się pasztet wyprodukowany z udziałem soku z ziemniaka w postaci suszu. Stwierdzono w nim najmniejszą średnią powierzchnię cząstek tłuszczu oraz największą ilość pól tłuszczowych w porównaniu z tymi samymi parametrami w pasztetach: kontrolnym oraz z udziałem świeżego soku z ziemniaka, a uzyskane wartości badanych parametrów różniły się statystycznie istotnie. Pomimo że nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych pomiędzy wynikami procentowego udziału cząstek tłuszczu badanych w polu widzenia, to również te wartości były najwyższe w przypadku pasztetu wyprodukowanego z udziałem soku z ziemniaka w postaci suszu (tab. 4).

Rozdrobnienie oraz dyspersja tłuszczu w matrycy proteinowej mają duże znaczenie dla jakości gotowego produktu, kształtują bowiem zarówno jego teksturę, jak i smak [5, 22]. Trwała emulsja charakteryzuje się tym, że wszystkie kuleczki tłuszczu pokryte są otoczką białek rozpuszczalnych w roztworach soli, co zapobiega koalescencji tłuszczu w czasie obróbki termicznej [28]. W przetworach mięsnych największe zdolności emulgujące i powinowactwo do tłuszczu mają białka miofibrylarne, głównie one tworzą otoczkę na powierzchni kropelek tłuszczu, a zarazem następuje kształtowanie się sieciowej, przestrzennej struktury. Tak wytworzona struktura ma istotny wpływ na teksturę i stabilność gotowego wyrobu [38]. Efektywność białek miofibrylarnych w kształtowaniu tekstury i mikrostruktury produktów mięsnych zależy również od zastosowanej technologii [24]. Dlatego też obróbka termiczna soku z ziemniaka modyfikująca strukturę natywną jego białek ma istotny wpływ na właściwości emulgujące tego surowca. W konsekwencji zastąpienie świeżego surowca produktem utrwalonym metodą suszenia rozpyłowego nie pozwoliło na uzyskanie produktu o identycznych walorach, a spowodowało niewielkie, choć istotne zmiany większości analizowanych parametrów jakościowych.

Tabela. 4. Wpływ dodatku soku z ziemniaka na dyspersję tłuszczu w pasztecie

Table 4. Effect of type of potato juice additive on parameters of fat particles in pâté

Próba Sample	Średnia powierzchnia kuleczek tłuszczowych Mean area of individual fat fields [μm^2]	Liczba kuleczek tłuszczu w polu widzenia Quantity of fat fields in the analyzed field of vision	Udział kuleczek tłuszczu w polu widzenia Content of fat fields in field of vision [%]
Pasztet kontrolny Reference pâté	1102 ^a ± 64	76,3 ^a ± 2,4	30,3 ^a ± 2,0
Pasztet z dodatkiem świeżego soku z ziemniaka Pâté with fresh potato juice	1115 ^a ± 71	67,3 ^a ± 1,5	29,2 ^a ± 2,7
Pasztet z dodatkiem suszonego soku z ziemniaka Pâté with spray-dried potato juice	748 ^b ± 32	122,7 ^b ± 2,3	34,2 ^a ± 1,6

Objaśnienia / Explanatory notes:

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

Wnioski

1. Zastosowanie odpowiedniej technologii pasztetu zawierającego dodatek bioaktywnych składników soku z ziemniaka pozwala na otrzymanie atrakcyjnego sensorycznie produktu, który może być rekomendowany szczególnie konsumentom z dolegliwościami przewodu pokarmowego.
2. Dodatek soku z ziemniaka, bez względu na formę, wywiera istotny wpływ na teksturę pasztetów, powodując wzrost ich twardości, smarowności i lepkości oraz zmniejszenie adhezji.
3. Forma, w jakiej dodawany jest sok z ziemniaka, wpływa na stopień zdyspergowania tłuszczu w pasztecie; dodatek suszu powoduje wzrost rozdrobnienia kuleczek tłuszczowych i równomierne rozmieszczenie w strukturze pasztetu.
4. Pasztet wzbogacony suszonym sokiem z ziemniaka w mniejszym stopniu jest akceptowany przez konsumentów niż pasztet zawierający świeży sok oraz pasztet bez dodatku wzbogacającego (próba kontrolna).

Literatura

- [1] Baranowska H.M.: Water molecular properties in forcemeats and finely ground sausages containing plant fat. *Food Biophysics*, 2011, 6, 133-137.
- [2] Barylko-Pikielna N., Matuszewska I.: *Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania.* Wyd. II. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2014.
- [3] Burisch J., Jess T., Martinato M., Lakatos P.L.: The burden of inflammatory bowel disease in Europe. *J. Crohn's Colitis*, 2013, 7 (4), 322-337.
- [4] Chrubasik S., Chrubasik C., Torda T., Madish A.: Efficacy and tolerability of potato juice in dyspeptic patients: A pilot study. *Phytomedicine*, 2006, 13 (1-2), 11-15.
- [5] Colmenero F.J., Barreto G., Mota N., Carballo J.: Influence of protein and fat content and cooking temperature on texture and sensory evaluation of bologna sausage. *LWT - Food Sci. Technol.*, 1995, 28, 481-487.
- [6] Estévez M., Ventanas J., Cava R., Puolanne E.: Characterisation of a traditional Finnish liver sausage and different types of Spanish liver pâtés: A comparative study. *Meat Sci.*, 2005, 71, 657-669.
- [7] Hein K., Jaeger S., Carr B., Delahunty C.: Comparison of five common acceptance and preference methods. *Food Qual. Pref.*, 2008, 19, 651-661.
- [8] Jin S.K., Park J.H., Hur S.J.: Effect of substituting surimi with spent laying hen meat on the physico-chemical characteristics of fried fish paste. *Food Bioproc. Technol.*, 2014, 7, 901-908.
- [9] Kang Z.L., Zou Y.F., Xu X.L., Zhu C.Z., Wang P., Zhou G.H.: Effect of a beating process, as a means of reducing salt content in Chinese-style meatballs (kung-wan): A physicochemical and textural study. *Meat Sci.*, 2014, 96 (1), 147-152.
- [10] Kowalczewski P., Celka K., Białas W., Lewandowicz G.: Antioxidant activity of potato juice. *Acta Sci. Pol. Technologia Alimentaria*, 2012, 11 (2), 175-181.
- [11] Kowalczewski P., Lewandowicz G., Biegańska-Marecik R., Białas W.: Napój i sposób wytwarzania napoju. Polska, Zgłoszenie patentowe PL 2012, P-3999059.
- [12] Kowalczewski P., Lewandowicz G., Dolata W., Piotrowska E., Krzywdzińska-Bartkowiak M., Piątek M., Białas W.: Pasztet i sposób wytwarzania pasztetu. Polska, Patent PL 2016, 222968.
- [13] Kowalczewski P., Lewandowicz G., Dolata W., Piotrowska E., Krzywdzińska-Bartkowiak M., Piątek M., Białas W.: Parówki i sposób wytwarzania parówek. Polska, Patent PL 2016, 222980.
- [14] Kowalczewski P., Lewandowicz G., Dolata W., Piotrowska E., Krzywdzińska-Bartkowiak M., Piątek M., Białas W.: Danie obiadowe i sposób wytwarzania dania obiadowego. Polska, Patent PL 2016, 224188.
- [15] Kowalczewski P., Lewandowicz G., Krzywdzińska-Bartkowiak M., Piątek M., Baranowska H.M., Białas W., Jeziorna M., Kubiak P.: Finely comminuted frankfurters fortified with potato juice – Quality and structure. *J. Food Eng.*, 2015, 167 (1), 183-188.
- [16] Kowalczewski P., Lewandowicz G., Makowska A., Knoll I., Błaszczak W., Białas W., Kubiak P.: Pasta fortified with potato juice: Structure, quality and consumer acceptance. *J. Food Sci.*, 2015, 80 (6), S1377-S1382.
- [17] Kowalczewski P., Lewandowicz G., Makowska A., Obuchowski W., Białas W.: Pieczywo chrupkie i sposób wytwarzania pieczywa chrupkiego. Polska, Patent PL 2016, 222979.
- [18] Kowalczewski P., Lewandowicz G., Makowska A., Obuchowski W., Białas W.: Makaron i sposób wytwarzania makaronu. Polska, Patent PL 2016, 222969.
- [19] Kowalczewski P., Lewandowicz G., Makowska A., Obuchowski W., Białas W.: Przekąski ekstrudowane i sposób otrzymywania przekąsek ekstrudowanych. Polska, Patent PL 2016, 222978.
- [20] Kowalczewski P., Lewandowicz G., Makowska A., Olejnik A., Obuchowski W.: Charakterystyka ekstrudowanych przekąsek zbożowych zawierających sok z ziemniaka. *Biuletyn IHAR*, 2012, 266, 319-329.

- [21] Kowalczewski P., Sip A., Lewandowicz G.: Aktywność przeciwdrobnoustrojowa soku ziemniaczanego. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2014, 24/45 (2), 56-61.
- [22] Krzywdzińska-Bartkowiak M., Dolata W., Piątek M.: Komputerowa analiza obrazu mikrostruktury drobno rozdrobnionych farszów mięsnych i wędlin z różnym udziałem tłuszczu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, 3 (44) Supl., 131-139.
- [23] Krzywdzińska-Bartkowiak M., Dolata W.: Wpływ dodatku wody na mikrostrukturę drobno rozdrobnionych farszów mięsnych i wyprodukowanych z nich wędlin. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, 3 (44) Supl., 121-130.
- [24] Krzywdzińska-Bartkowiak M., Piątek M., Dolata W.: A comparative quality appraisal of finely comminuted batters produced using three types of knives. *Meat Science*, 2014, 96, 429-435.
- [25] Lewandowicz G., Kowalczewski P., Białas W., Olejnik A., Rychlik J.: Rozdział frakcji soku ziemniaczanego różniących się masą cząsteczkową i charakterystyka ich aktywności biologicznej. *Biuletyn IHAR*, 2012, 266, 331-344.
- [26] Lewandowicz G., Kowalczewski P., Olejnik A., Jodynis-Liebert J., Kujawska M., Lesiecki M.: Sposób otrzymywania preparatu z soku ziemniaka oraz jego zastosowanie. Polska, Zgłoszenie patentowe PL 2014, P-406918.
- [27] Olejnik A., Białas W., Tomczyk J., Lewandowicz G.: Cytotoksyczność i genotoksyczność soku z ziemniaka. *Zesz. Nauk. UE w Poznaniu*, 2011, 205, 118-125.
- [28] Paneras E.D., Bloukas J.G., Papadima S.N.: Effect of meat source and fat level on processing and quality characteristics of frankfurters. *LWT - Food Sci. Technol.*, 1996, 29, 507-514.
- [29] Pęksa A., Gołubowska G., Aniołowski K., Lisińska G., Rytel E.: Changes of glycoalkaloids and nitrate contents in potatoes during chip processing. *Food Chem.*, 2006, 97, 151-156.
- [30] Piątek M., Baranowska H.M., Krzywdzińska-Bartkowiak M.: Microstructure and water molecular dynamics in meat after thawing. *Fleischwirtschaft*, 2013, 93 (9), 100-104.
- [31] Piątek M., Baranowska H.M., Masewicz Ł., Krzywdzińska-Bartkowiak M.: The influence of iron supplementation on water binding stability in beef and pork pates. *Proc. 12th Int. Conf. on the Applications of Magnetic Resonance in Food Science*, Cesena, Italy, 2014, p. 104.
- [32] PN-A-82112:1973/Az1:2002. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości soli kuchennej.
- [33] PN-EN ISO 8968-1:2014-03. Mleko i przetwory mleczne. Oznaczanie zawartości azotu. Część 1: Zasada Kjeldahla i obliczanie białka surowego.
- [34] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
- [35] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [36] Steen L., Fraeye I., De Mey E., Goemaere O., Paelinck H., Foubert I.: Effect of salt and liver/fat ratio on viscoelastic properties of liver paste and its intermediates. *Food Bioproc. Technol.*, 2014, 7, 496-505.
- [37] Szymandera-Buszk K., Jędrusek-Golińska A., Waszkowiak K., Gumienna M., Lasik M.: Ocena jakości sensorycznej makaronów z dodatkiem substancji bioaktywnych. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2013, 94, 876-8.
- [38] Tyszkiewicz I.: Strukturotwórcze funkcje białek mięśniowych i niemięśniowych (elementy teorii i rady praktyczne). *Gosp. Mięs.*, 1991, 2, 1-4.
- [39] Vlachojannis J.E., Cameron M., Chrubasik S.: Medicinal use of potato-derived products. A systematic review. *Phytotherapy Research*, 2010, 24 (2), 159-162.
- [40] Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M.: Wpływ ekspozycji świetlnej na zielenienie, akumulację chlorofilu, i glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 1 (46) Supl., 222-228.

BIOACTIVE COMPONENTS FROM POTATO JUICE AS PÂTÉ ADDITIVE AND EFFECT OF ITS FORM ON PÂTÉ QUALITY

S u m m a r y

The objective of the research study was to assess the effect of potato juice, a source of bioactive compounds with evidenced health promoting properties, and used in the pâté recipe, on the texture, microstructure and sensory properties of the products obtained. The potato juice added had two forms: a fresh form and a spray-dried form.

The analyses performed on a semi-industrial scale confirmed that the use of appropriate technology to manufacture pâté with bioactive components added to it made it possible to produce a sensory attractive, health promoting product that was highly appreciated by consumers. It was also shown that, regardless of its form, the potato juice additive significantly affected the change in the texture of pâtés and caused their hardness, spreadability, and viscosity to increase and their adhesion to decrease. However, the form in which potato juice was added to pâtés affected the degree of dispersion of fat in pâtés and the consumer acceptance of the products. Pâté enriched with spray-dried potato juice caused the dispersion of fat droplets to increase and those fat droplets also became more equally distributed in the enriched pâté structure. In the case the potato juice was added in the form of fresh juice, no statistically significant changes in the fat dispersion parameters analysed were found compared to pâté with no additive. The evaluation of the sensory attractiveness of pâté proved that pâté enriched with the fresh potato juice was rated very highly (in terms of colour, consistency, and tastiness) similar to the pâté without enriching additives. On the other hand, in the case of pâté enriched with the spray-dried potato juice, its acceptance by consumers was slightly lower.

Key words: potato juice, functional food, pâté, inflammatory bowel disease, quality ☒

PIOTR SZYMAŃSKI, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA,
URSZULA SIEKIERKO, ANETA KERN-JĘDRYCHOWSKA

EFEKTYWNOŚĆ BAKTERII *STAPHYLOCOCCUS CARNOSUS* W REDUKCJI AZOTANU(III) SODU W UKŁADZIE MODELOWYM

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu wybranych warunków i oddziaływania substancji dodatkowych stosowanych w produkcji farszów mięsnych na redukcję azotanu(III) sodu przez bakterie *Staphylococcus carnosus*, pozyskane ze szczepionki przemysłowej przeznaczonej do produkcji wędlin surowo dojrzewających (Bactoferm S-B-61). Badania przeprowadzono w układzie modelowym, który stanowiło płynne podłoże białkowe TSB. Kultura bakteryjna była rozmnażana na płynnym podłożu TSB w ciągu 20 h, w temp. 30 °C. Do poszczególnych doświadczeń pobierano bakterie z trzeciego pasażu. Badano wpływ *S. carnosus* na redukcję azotanu(III) sodu w określonych warunkach (czas, temperatura, liczba początkowa bakterii). Dodatkowo zastosowano chlorek sodu i wielofosforany. W każdym z doświadczeń przed i po inkubacji wykonywano oznaczenia zawartości azotanów(III) i azotanów(V), liczby bakterii *S. carnosus*, pH i potencjału redox. Badania wykonano w trzech równoległych powtórzeniach. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że szczep bakterii *S. carnosus* redukował azotan(III) sodu w temp. 20 - 40 °C. Zwiększenie początkowej liczby bakterii do 10⁷ jtk/cm³ wpływało istotnie na redukcję azotanów(III). Wraz ze wzrostem liczby bakterii obserwowano wzrost stopnia kwasowości podłoża i obniżenie wartości potencjału oksydacyjno-redukcyjnego układu modelowego. Chlorek sodu i wielofosforany działały hamująco na wzrost i aktywność bakterii w zakresie redukcji azotanu(III) sodu. Stwierdzono, że szczep bakterii *S. carnosus* redukuje azotan(III) sodu, ale tylko w określonych warunkach środowiskowych.

Słowa kluczowe: azotany(III), peklowanie mięsa, *Staphylococcus carnosus*, redukcja azotanów(III)

Dr inż. P. Szymański, mgr inż. U. Siekierko, mgr inż. A. Kern-Jędrzychowska, Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego, ul. Jubilerska 4, 04-190 Warszawa, prof. dr hab. D. Kołożyn-Krajewska, 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: piotr.szymanski@ibprs.pl

Wprowadzenie

Poprawa higieny podczas uboju zwierząt, rozbioru mięsa i jego przetwarzania wpływa pozytywnie na jakość mikrobiologiczną surowca i produktów, ale przypuszcza się, że może mieć niekorzystny wpływ na przebieg procesu peklowania mięsa, szczególnie w przypadku produktów poddawanych obróbce cieplnej [17, 18].

Dotychczasowe badania wskazują na możliwość zastosowania szczepu *Staphylococcus carnosus* ATCC 51365 do poprawy efektywności procesu peklowania azotanowego(III) mięsa [18]. Uzyskane wyniki badań są zadowalające, zwłaszcza w zakresie możliwości zdynamizowania reakcji nitrozylowania barwników hemowych mięsa i poprawy barwy produktów mięsnych poddawanych obróbce cieplnej. Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że wzbogacenie naturalnej mikroflory mięsa wybranymi szczepami bakterii denitryfikujących ma wpływ na przemiany azotanów(III) podczas peklowania i w efekcie przyczynia się do ograniczenia resztkowego azotanu(V) w wyrobie gotowym. Bardziej efektywne wykorzystanie azotanów(V) powstałych z azotanów(III) w reakcjach dysmutacji ma obecnie istotne znaczenie, szczególnie z uwagi na tendencje ograniczania dodatku substancji peklujących do produkcji wędlin. Opracowywana technologia wymaga optymalizacji w zakresie zmniejszenia w produkcie początkowej zawartości azotanów(III) powstałych ze zredukowanych przez bakterie azotanów(V) [17, 18]. Jednym ze sposobów może być zastosowanie bakterii denitryfikujących, które wykazują wysoką aktywność w zakresie redukcji azotanów(III).

Początkowa dawka azotanów(III), chlorek sodu i polifosforany stosowane w produkcji wędlin parzonych mogą mieć wpływ na aktywność enzymatyczną bakterii i redukcję azotanów(III).

Celem pracy była ocena wpływu wybranych warunków i oddziaływania substancji dodatkowych stosowanych w produkcji farszów mięsnych na redukcję azotanu(III) sodu przez bakterie *Staphylococcus carnosus*, pochodzące ze szczepionki przemysłowej przeznaczonej do produkcji wędlin surowo dojrzewających.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono w układzie modelowym, który stanowiło płynne podłoże białkowe TSB (Difco, USA, $\text{pH}_{\text{podłoża}} = 7,30 \pm 0,20$). W pracy zastosowano szczep bakterii denitryfikujących *Staphylococcus carnosus* pochodzący ze szczepionki przemysłowej Bactoferm S-B-61 (Chr. Hansen Holding A/S) przeznaczonej do produkcji wędlin surowych dojrzewających.

Kultura bakteryjna była rozmnażana na płynnym podłożu TSB w ciągu 20 h, w temp. 30 °C. Do poszczególnych doświadczeń pobierano określoną ilość kultury z trzeciego pasażu.

Badano wpływ *S. carnosus* na redukcję azotanu(III) sodu w określonych warunkach (czas, temperatura, liczba początkowa bakterii). Jako substancje dodatkowe zastosowano chlorek sodu i wielofosforany.

Wpływ temperatury określano w doświadczeniu, w którym do probówek z 9 cm³ podłoża TSB wprowadzano 10⁶ jtk/g *S. carnosus* oraz azotan(III) sodu w ilości 100 mg/dm³ pożywki (poziom stosowany w praktyce przemysłowej w produkcji wędlin parzonych). Następnie próbki inkubowano w temp. 4 - 45 °C w ciągu 20 h.

Wpływ czasu inkubacji i początkowej liczby bakterii określano w doświadczeniu, w którym do probówek z 9 cm³ podłoża TSB wprowadzano 10⁶ jtk/g lub 10⁷ jtk/g *S. carnosus* oraz azotan(III) sodu (100 mg/dm³). Następnie próbki inkubowano od 0 do 20 h w temp. 30 °C, uznanej we wcześniejszym etapie badań za optymalną do redukcji azotanów(III) przez bakterie.

Wpływ chlorku sodu określano w doświadczeniu, w którym używano podłoży TSB o trzech zawartościach NaCl: 0,5 % (normalna zawartość NaCl w podłożu TSB), 2,0 i 3,0 %. Do probówek z 9 cm³ każdego podłoża wprowadzano azotan(III) sodu (100 mg/dm³) oraz bakterie *S. carnosus* w ilości 10⁷ jtk/g. Próbki inkubowano od 0 do 20 h w temp. 30 °C.

Wpływ wielofosforanów określano w doświadczeniu, w którym do podłoża TSB o zawartości 2,0 % NaCl (poziom soli normalnie stosowany w produkcji wędlin parzonych) wprowadzano trifosforan sodu (Tari P 31) na poziomie odpowiadającym średniej zawartości naturalnego fosforu w mięsie chudym [20] oraz dodatkowo ilość fosforu odpowiadającą fosforowi dodawanemu do wędlin, na trzech różnych poziomach: 0, 1,5 i 3,0 g P₂O₅/dm³. Całkowita zawartość fosforu w środowisku modelowym kształtowała się, w zależności od wariantu, na poziomie: 1,2, 4,9 i 6,4 g P₂O₅/dm³. Do 9 cm³ sporządzonego podłoża wprowadzano azotan(III) sodu w ilości 100 mg/dm³ oraz bakterie *S. carnosus* w ilości 10⁷ jtk/g. Próbki inkubowano od 0 do 20 h w temp. 30 °C.

W każdym z doświadczeń, przed inkubacją i po jej przeprowadzeniu, wykonywano oznaczenia: zawartości azotanów(III) i azotanów(V) zgodnie z PN-EN ISO 12014-3:2006 [13] z modyfikacją [15], liczby bakterii *S. carnosus* metodą płytkową (podłoże TSA firmy Oxoid, inkubacja w ciągu 72 h i temp. 30 °C), pH i potencjału redox aparatem Mettler Delta 350 z elektrodą InLab Redox Pro (Mettler Toledo, Anglia) i elektrodą szklano-kalomelową do pomiaru pH. Badania wykonano w trzech równoległych powtórzeniach. Warianty kontrolne nie zawierały dodatku bakterii.

Do statystycznego opracowania wyników użyto programu Statgraphics Plus 4.1. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji, a istotność różnic między wartościami średnimi analizowano testem Fishera ($p = 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Wykazano, że temperatura inkubacji miała wpływ na redukcję azotanu(III) sodu przez bakterie *Staphylococcus carnosus*. Badany szczep bakterii redukował azotan(III) sodu w temp. 20 - 40 °C. W próbkach inkubowanych w tym zakresie temperatur zawartość azotanu(III) sodu była istotnie mniejsza niż w wariancie kontrolnym ($p \leq 0,05$). Najwyższy stopień redukcji azotanów(III) przez bakterie zaobserwowano w temp. 30 °C. Po 20 h inkubacji prowadzonej w temp. 30 °C stwierdzono redukcję azotanu(III) sodu na poziomie 37,4 %. Próby inkubowane w temp. 30 °C charakteryzowały się również najwyższą liczbą bakterii, co wskazuje, że takie warunki temperaturowe są optymalne do wzrostu bakterii. W wariancie kontrolnym bez dodatku szczepu bakteryjnego nie wykazano istotnej redukcji azotanu(III) sodu w stosunku do ilości wprowadzonej przed inkubacją (tab. 1).

Tabela 1. Stopień redukcji azotanu(III) sodu przez szczep *Staphylococcus carnosus* w ciągu 20 h inkubacji, determinowany temperaturą inkubacji

Table 1. Reduction degree of sodium nitrate(III) by *Staphylococcus carnosus* strain during 20 h of incubation determined by incubation temperature

Próba Sample	T [°C]	* <i>S. carnosus</i> ATCC 51365 [log jtk/cm ³]	NaNO ₃ [mg/dm ³]	NaNO ₂ [mg/dm ³]	SR NaNO ₂ [%]	pH	Redox [mv]
K	-	-	0,0	102,5 ^d ± 1,1	-	7,24 ^f ± 0,01	392,6 ^f ± 4,2
K20	30	-	0,0	101,8 ^d ± 1,5	0,7	7,24 ^f ± 0,01	389,5 ^f ± 3,1
1	4	6,22 ± 5,61	0,0	101,1 ^d ± 4,8	1,4	7,32 ^e ± 0,04	376,1 ^f ± 1,5
2	10	6,10 ± 5,18	0,0	100,6 ^d ± 3,8	1,8	7,27 ^d ± 0,01	377,6 ^e ± 3,2
3	15	6,71 ± 5,87	0,0	97,3 ^{cd} ± 1,5	5,1	7,13 ^d ± 0,02	358,6 ^c ± 0,8
4	20	7,83 ± 6,48	0,0	83,9 ^b ± 4,4	18,1	6,72 ^b ± 0,05	270,2 ^d ± 2,1
5	30	8,03 ± 7,47	0,0	64,2 ^a ± 8,2	37,4	6,41 ^a ± 0,02	265,2 ^a ± 6,9
6	40	7,09 ± 5,32	0,0	91,9 ^c ± 0,7	10,3	7,10 ^c ± 0,03	297,8 ^b ± 0,8
7	45	4,46 ± 4,16	0,0	95,2 ^{cd} ± 1,9	7,2	7,13 ^c ± 0,02	304,9 ^c ± 3,3

Objaśnienia / Explanatory notes:

K – próba kontrolna bez dodatku szczepu *S. carnosus* / control sample without *S. carnosus* strain added;
K20 – próba kontrolna bez dodatku szczepu *S. carnosus* inkubowana w ciągu 20 h / control sample without *S. carnosus* strain added, and incubated for 20 h; SR – stopień redukcji NaNO₂ liczony w stosunku do ilości NaNO₂ oznaczonego w próbce K / NaNO₂ reduction degree, calculated based on the amount of NaNO₂ determined in K sample; T – temperatura inkubacji / temperature of incubation;

* dodatek szczepu *S. carnosus* na poziomie 6,21 log jtk/g przed inkubacją / *S. carnosus* strain added at level of 6.21 log CFU/g prior to incubation.

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; n = 3; a - f – wartości średnie oznaczone różnymi małymi literami pomiędzy próbkami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean values denoted by different small letters within different samples differ statistically significantly ($p \leq 0.05$).

W pracy badano pH i potencjał redox w próbkach inkubowanych w przyjętych temperaturach. Obserwowano wzrost stopnia kwasowości podłoża w czasie namnażania się bakterii, co może dowodzić, że bakterie fermentują glukozę w nim zawartą do kwasu mlekowego lub innych kwasów organicznych. Najniższą wartość pH stwierdzono w próbkach inkubowanych w temp. 30 °C.

Taką samą tendencję stwierdzono w przypadku zmian potencjału oksydacyjno-redukcyjnego. Wraz ze wzrostem liczby bakterii obserwowano obniżenie wartości potencjału oksydacyjno-redukcyjnego układu modelowego i redukcję dodanych azotanów(III).

Bakterie z rodzaju *Staphylococcus* w warunkach ograniczonego dostępu tlenu wykorzystują jako ostateczne akceptory elektronów utlenione związki mineralne, głównie azotany(V). Gøtterup i wsp. [3, 4] wskazują, że niektóre szczepy bakterii, m.in. *S. carnosus*, *S. simulans*, *S. succinus* wykazują również aktywność enzymu reduktazy azotanowej(III), który bierze udział w redukcji azotanów(III). Głównym produktem denitryfikacji jest azot cząsteczkowy, ale w określonych warunkach dochodzi do akumulacji związków pośrednich, tj. NO, N₂O, NH₄⁺ [6].

Na dynamikę powstawania tlenku azotu z azotanów(III) mogą mieć również wpływ warunki środowiskowe, tj. kwasowość i potencjał oksydacyjno-redukcyjny układu modelowego, zmieniające się pod wpływem aktywności bakterii. Obniżenie pH i potencjału redox środowiska przyspiesza redukcję NO₂ [1, 12, 17]. NO może wchodzić w reakcję z peptydami obecnymi w podłożu białkowym lub brać udział w procesie denitryfikacji [1, 2, 12].

W inkubowanych próbkach nie stwierdzono obecności azotanów(V), co wskazywałoby, że dodany azotan(III) nie ulegał utlenieniu. Wydaje się to jednak mało prawdopodobne. Mechanizm przemian związków azotowych w zastosowanym układzie modelowym może być złożony. Nieprzereagowany NO może wchodzić w reakcje wtórne i utleniać się do NO₂ i NO₃ [12]. Może również zachodzić dysmutacja HNO₂ do NO₃ i NO [1].

Dla bakterii z rodzaju *Staphylococcus* „łatwiejszym” źródłem azotu są azotany(V) niż azotany(III). Azotany(V) częściej niż azotany(III) wykorzystywane są przez te bakterie w procesie oddychania beztlenowego [3, 6]. Gøtterup i wsp. [3, 4] wykazali, że wybrane szczepy *S. carnosus* charakteryzowały się kilkudziesięciokrotnie większą aktywnością wytwarzania enzymu reduktazy azotanowej(V) niż azotanowej(III). Dla przykładu aktywność wytwarzania reduktazy azotanowej(V) w przypadku jednego z badanych szczepów *S. carnosus* (504) wynosiła $532 \pm 9 \text{ nmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{ml}^{-1}$ natomiast, reduktazy azotanowej(III) – $7 \pm 1,9 \text{ nmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{ml}^{-1}$.

Azotany(V), które potencjalnie powstały w wyniku przemian azotanów(III) w zastosowanym układzie modelowym, mogły być wykorzystane przez bakterie w procesie denitryfikacji.

Efektywność redukcji azotanów(III) przez zastosowaną kulturę była zależna od tempa wzrostu i liczby komórek bakterii mierzonej w próbkach po inkubacji. Im wyższa była liczba komórek bakterii, tym stopień redukcji azotanów(III) w próbce był większy (tab. 1). Zależność tę stwierdzili również inni badacze, którzy wskazują, że maksymalną syntezę enzymu reduktazy azotanowej(V) i (III) przez bakterie z rodzaju *Staphylococcus* obserwuje się w okresie wzrostu wykładniczego bakterii [3, 10, 11]. Nie zaobserwowano natomiast znaczącego wzrostu liczby komórek bakteryjnych w próbkach inkubowanych w temp. 4, 10 i 15 °C w stosunku do liczby wprowadzonych bakterii przed inkubacją (6,21 log jtk/g). Nie stwierdzono również istotnej redukcji azotanu(III) sodu w zakresie tych temperatur. W próbkach inkubowanych w temp. 45 °C stwierdzono znaczące obniżenie liczby bakterii po 20 h inkubacji do 4,46 log jtk/g, co wskazuje na destrukcyjne działanie temperatury na wzrost bakterii (tab. 1). W wariancie tym nie stwierdzono istotnej redukcji azotanu(III) sodu.

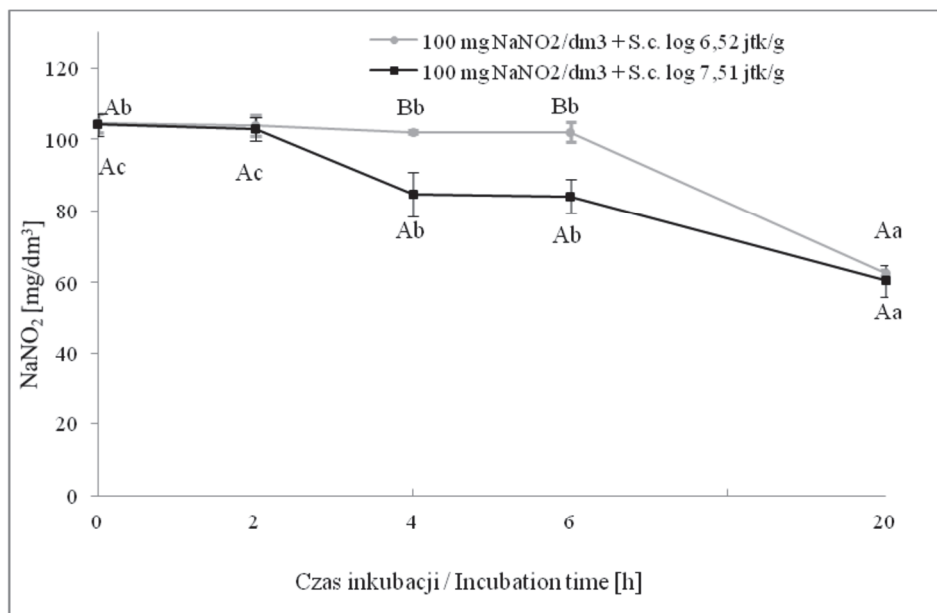
Z danych literaturowych wynika, że bakterie z rodzaju *Staphylococcus* rosną w stosunkowo szerokim zakresie temperatur (7 - 48 °C). Różne gatunki *Staphylococcus* i szczepy bakterii należące do tego samego gatunku, ale wyizolowane z różnych środowisk, mogą charakteryzować się różną tolerancją wobec temperatury [3, 10, 11, 19]. Jak podają Søndergaard i Stahnke [16], optymalna temperatura wzrostu większości szczepów tych bakterii wynosi 35 - 40 °C. Hać-Szymańczuk i Roman [5] wskazują, że optymalna temperatura wzrostu *Staphylococcus* to 25 - 30 °C. Badany szczep rozwijał się w zakresie temperatur wzrostu bakterii z rodzaju *Staphylococcus* podawanym w literaturze. Niemniej nie stwierdzono znaczącego wzrostu liczby bakterii w temperaturze minimalnej (10 °C) i maksymalnej (45 °C), podawanej przez producenta kultury starterowej. Stwierdzone rozbieżności mogą wynikać z różnic w składzie i parametrach podłoża białkowych (zawartość składników odżywczych, NaCl, wartość pH) użytych w niniejszej pracy, a tych stosowanych przez firmę Chr. Hansen.

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że liczba początkowa *S. carnosus* i czas inkubacji miały istotny wpływ ($p \leq 0,05$) na szybkość redukcji azotanu(III) sodu (rys. 1). W próbkach, w których zastosowano większą liczbę bakterii (10^7 jtk/g) zawartość azotanu(III) sodu po 4 i 6 h inkubacji zmniejszyła się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$). Natomiast po 20 h inkubacji w próbkach z początkową liczbą bakterii na poziomie 10^6 i 10^7 jtk/g stwierdzono zbliżoną zawartość azotanu(III) sodu.

Jak wynika z krzywych opisujących przemianę azotanu(III) w próbkach, czas istotnie wpłynął na szybkość redukcji tych związków, co związane jest najprawdopodobniej z procesem produkcji enzymów przez komórki bakterii (rys. 1).

Badania w układzie modelowym wykazały, że chlorek sodu działał hamująco na komórki bakterii *S. carnosus* i wpłynął istotnie na obniżenie szybkości redukcji azotanu(III). Po 4, 6 i 20 h inkubacji średnia zawartość azotanu(III) sodu w próbkach zawierających 3,0 % chlorku sodu była istotnie większa od tych zawierających 0,5 %

chlorku sodu (rys. 2). Taką samą tendencję stwierdzono w przypadku próbek zawierających 2,0 % chlorku sodu po 4 i 6 h inkubacji.



Objaśnienia / Explanatory notes:

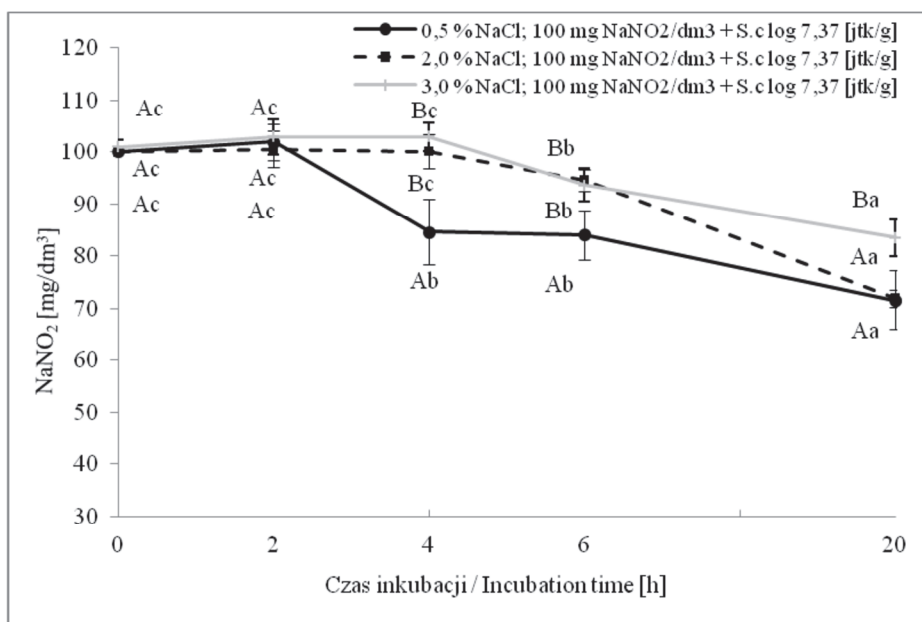
Na wykresie graficznie naniesiono wartości $\bar{x} \pm SD$ / Values plotted on the graph are $\bar{x} \pm SD$; n = 3;
Wartości średnie oznaczone różnymi małymi literami (a - c) w obrębie tej samej próby i dużymi literami (A - C) pomiędzy próbkami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / Mean values denoted by different small letters (a - c) within the same sample or by capital letters (A - C) within different samples differ statistically significantly ($p \leq 0.05$).

Rys. 1. Wpływ czasu inkubacji i początkowej liczby bakterii *Staphylococcus carnosus* na redukcję azotanu(III) sodu w temp. 30 °C

Fig. 1. Effect of incubation time and initial number of *Staphylococcus carnosus* bacteria on reduction of nitrate(III) at a temperature of 30 °C

Negatywny wpływ chlorku sodu na szybkość redukcji azotanu(III) sodu przez badany szczep może wynikać z hamującego działania tej substancji na komórki bakterii w zastosowanym układzie modelowym. Na podstawie analizy liczby bakterii dodanego szczepu w wariantach doświadczalnych w poszczególnych godzinach inkubacji wykazano, że średnia liczba komórek bakteryjnych była niższa w wariantach zawierających 2,0 i 3,0 % chlorku sodu niż w próbkach o zawartości 0,5 % NaCl po 2, 4 i 6 h inkubacji. Średnia liczba komórek bakterii w próbkach zawierających 3,0 % chlorku sodu po 2, 4 i 6 h inkubacji wyniosła kolejno [log jtk/g]: 7,48, 7,62 i 7,89, w próbkach zawierających 2,0 % chlorku sodu – [log jtk/g]: 7,45, 7,90 i 8,04, natomiast w próbkach zawierających 0,5 % chlorku sodu – [log jtk/g]: 7,63, 8,18

i 8,45. Średnia liczba komórek bakterii po 20 h inkubacji wynosiła odpowiednio [log jtk/g]: 8,08 w próbkach z 0,5 % NaCl, 8,43 – w próbkach z 2,0 % NaCl i 7,91 – w próbkach z 3,0 % NaCl.



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

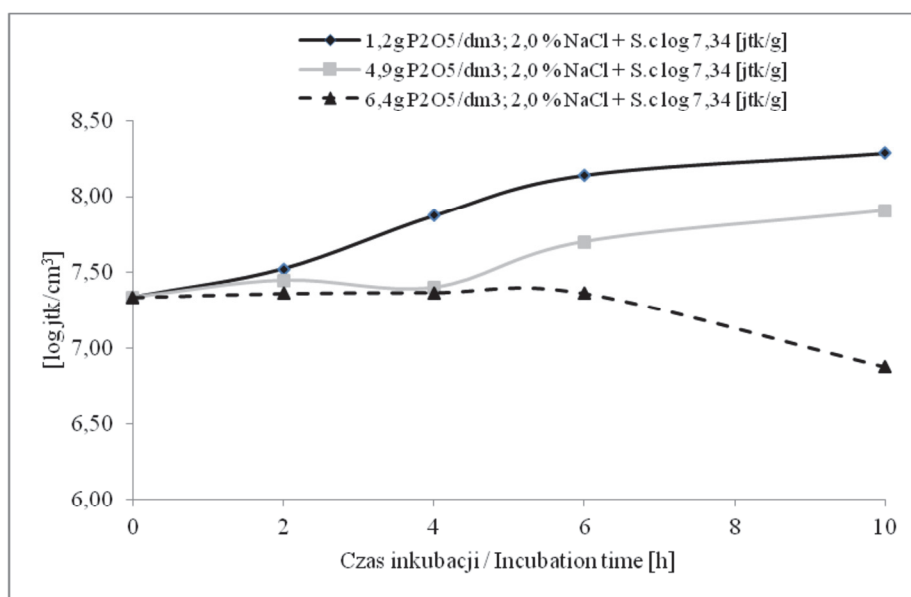
Rys. 2. Wpływ stężenia chlorku sodu na redukcję azotanu(III) sodu przez *Staphylococcus carnosus* podczas inkubacji w temp. 30 °C

Fig. 2. Effect of sodium chloride concentration on reduction of nitrate(III) by *Staphylococcus carnosus* during incubation at a temperature of 30 °C

Dane literaturowe wskazują, że bakterie z rodzaju *Staphylococcus* charakteryzują się wysoką opornością na sól [7, 9]. Przy interpretacji otrzymanych wyników należy wziąć pod uwagę to, że zastosowany w przeprowadzonych badaniach układ modelowy zawierał oprócz chlorku sodu azotan(III) sodu. Tak więc wysoko prawdopodobne jest, że substancje te działały synergistycznie i wpływały hamująco na komórki bakterii.

W wariantach doświadczalnych, w których zastosowano większe dawki wielofosforanów (4,9 i 6,4 g P₂O₅/dm³) obserwowano, że liczba bakterii po 2, 4, 6 i 20 h inkubacji była mniejsza od tych, w których fosforan był na poziomie 1,2 P₂O₅ g/dm³ (rys. 3).

Stwierdzono, że średnia zawartość azotanu(III) sodu w próbkach inkubowanych przez 4, 6 i 20 h była mniejsza w wariancie, w którym poziom fosforanów był najmniejszy (1,2 P_2O_5 g/l) w porównaniu z próbkami, w których średnia zawartość fosforanów była na wyższym poziomie (4,9 i 6,4 g P_2O_5 /l). Statystycznie potwierdzono zależność pomiędzy próbkami zawierającymi 1,2 i 6,4 g P_2O_5 /l ($p \leq 0,05$) (rys. 4).



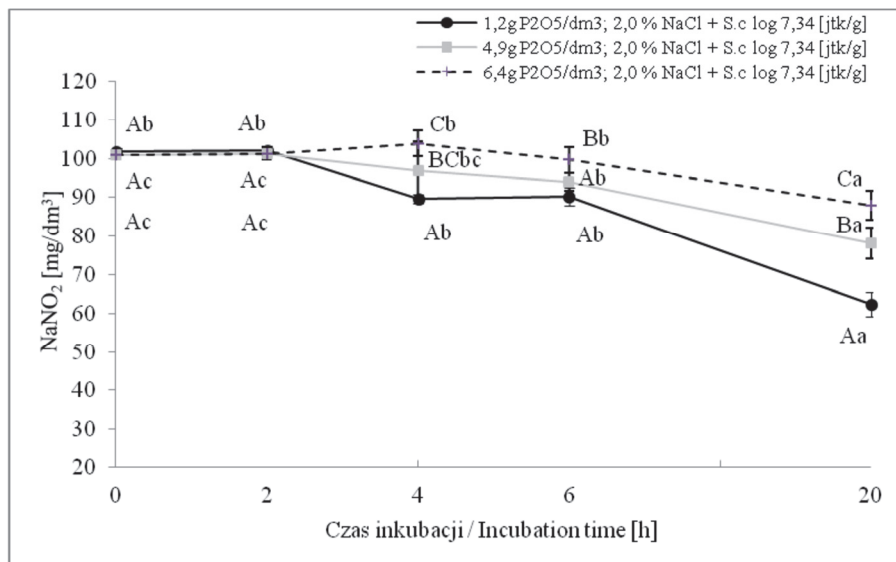
Objaśnienia / Explanatory notes:

Na wykresie graficznie naniesiono wartości średnie $\bar{x}$ / Mean values plotted on the graph are $\bar{x}$.

Rys. 3. Wpływ stężenia wielofosforanów na liczbę bakterii *Staphylococcus carnosus* podczas inkubacji w temp. 30 °C

Fig. 3. Effect of concentration of multi-phosphates on number of *Staphylococcus carnosus* bacteria during incubation at a temperature of 30 °C

Wykazano negatywny wpływ wielofosforanów na redukcję azotanu(III) sodu, co przypuszczalnie spowodowane było ich hamującym działaniem na wzrost bakterii denitryfikujących. Znane jest działanie bakteriostatyczne wielofosforanów, szczególnie w stosunku do bakterii Gram-dodatnich, do których zalicza się użyte w pracy szczepy bakterii denitryfikujących. Uważa się, że wielofosforany tworzą trwałe, nierozpuszczalne kompleksy z kationami dwuwartościowymi, które nie są przyswajane przez bakterie. Jest to działanie bakteriostatyczne, które polega na rywalizacji o składniki pożywki [20].



Objaśnienia jak na rys 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 4. Wpływ stężenia wielofosforanów na redukcję azotanu(III) sodu przez *Staphylococcus carnosus* podczas inkubacji w temp. 30 °C

Fig. 4. Effect of concentration of multi-phosphates on reduction of nitrate(III) by *Staphylococcus carnosus* during incubation at a temperature of 30 °C

Wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonych badań modelowych wykazano, że szczep bakterii *Staphylococcus carnosus* redukuje azotan(III) sodu w zakresie temperatur: 20 – 40 °C.
2. Stwierdzono, że chlorek sodu (2,0 %) i wielofosforany (P₂O₅: 4,9 g/kg i 6,4 g/kg) mają negatywny wpływ na wzrost bakterii i redukcję azotanów(III) sodu przez *Staphylococcus carnosus*.

Literatura

- [1] Arneth W.: Chemische Grundlagen der Umrötung. Fleischwirtschaft, 1998, 8, 868-874.
- [2] Cassens R.G.: Use of sodium nitrite in cured meats today. Food Technology, 1995, 49 (7), 72-80.
- [3] Gøtterup J., Olsen K., Knochel S., Tjener K., Stahnke L.H., Møller J.K.S.: Relationship between nitrate/nitrite reductase activities in meat associated staphylococci and nitrosylmyoglobin formation in a cured meat model system. Inter. J. Food Microbiol., 2007, 120, 303-310.
- [4] Gøtterup J., Olsen K., Knochel S., Tjener K., Stahnke L.H., Møller J.K.S.: Colour formation in fermented sausages by meat-associated staphylococcus with different nitrite- and nitrate- reductase activities. Meat Sci., 2008, 78, 492-501.

- [5] Hać-Szymańczuk E., Roman J.: Charakterystyka drobnoustrojów wchodzących w skład kultur starterowych i ich wykorzystanie w przetwórstwie mięsa. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2009, 19/35 (2), 131-135.
- [6] Hammes W.P.W.: Metabolism of nitrate in fermented meats: The characteristic feature of a specific group of fermented foods. *Food Microbiology*, 2012, 29, 151-156.
- [7] Hammes W.P., Bosh I., Wolf G.: Contribution of *Staphylococcus carnosus* and *Staphylococcus piscifermentans* to the fermentation of protein foods. *J. Appl. Bacteriol., Symposium Suppl.*, 1995, 79, 76-83.
- [8] Kitzman P., Tyszkiewicz I.: Przeprowadzenie prac rozwojowych w zakresie stosowania obniżonych dawek azotynów. Centralny Program Badawczo-Rozwojowy. Nr 10.7. IPMiT, Warszawa 1990, ss. 72-55.
- [9] McMeekin T.A., Chandler R.E., Doe P.E., Garland C.D., Olley J., Putro S., Ratkowsky D.A.: Model of combined effect of temperature and salt concentration/water activity on the growth rate of *Staphylococcus xylosum*. *J. Appl. Bacteriol.*, 1987, 62, 543-550.
- [10] Neubauer H., Götz F.: Physiology and interaction of nitrate and nitrite reduction in *Staphylococcus carnosus*. *J. Bacteriol.*, 1996, 178, 2005-2009.
- [11] Pantel I., Lindgren P.E., Neubauer H., Götz F.: Identification and characterization of the *Staphylococcus carnosus* nitrate reductase operon. *Molecular Genetics and Genomics*, 1998, 259, 105-114.
- [12] Parthasarathy D.K., Bryan N.S.: Sodium nitrite: The "cure" for nitric oxide insufficiency. *Meat Sci.*, 2012, 92, 274-279.
- [13] PN-EN ISO 12014-3:2006. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie zawartości azotanów i/lub azotynów.
- [14] Schleifer K.H., Fischer U.: Description of a new species of the genus *Staphylococcus*: *Staphylococcus carnosus*. *Int. J. Systematic Bacteriol.*, 1982, 32 (2), 153-156.
- [15] Siu D., Henshall A.: Ion chromatographic determination of nitrate and nitrite in meat products. *J. Chromatography*, 1998, 804, 156-160.
- [16] Søndergaard A.K., Stahnke L.H.: Growth and aroma production by *Staphylococcus xylosum*, *S. carnosus* and *S. equorum* – a comparative study in model system. *Int. J. Food Microbiol.*, 2002, 75, 99-109.
- [17] Szymański P.: Zastosowanie wybranych szczepów bakterii denitryfikujących w procesie peklowania azotynowego mięsa. Praca doktorska, 2015. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Warszawa 2015.
- [18] Szymański P., Kołożyn-Krajewska D.: Wpływ szczepu bakterii *Staphylococcus carnosus* ATCC 51365 zastosowanego w procesie peklowania mięsa na wybrane cechy jakościowe modelowego produktu mięsnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 2016, 4 (107), 53-65.
- [19] Talon R., Walter D., Chartier S., Barriere C., Montel M.C.: Effect of nitrate and incubation conditions on the production of catalase and nitrate reductase by staphylococci. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, 52, 47-56.
- [20] Tyszkiewicz T., Wawrzyniewicz M., Borys A.: Factors influencing physiological phosphorus content in pork meat. *Acta Agrophysica* 2011, 17 (2), 387-393.

EFFECTIVENESS OF *STAPHYLOCOCCUS CARNOSUS* BACTERIA IN REDUCING SODIUM NITRATE(III) IN MODEL SYSTEM**S u m m a r y**

The objective of the research study was to assess the effect of some selected conditions and additional substances used in the production of meat batters on reducing sodium nitrate (III) by *Staphylococcus carnosus* obtained from an industrial vaccine developed to be used in the production of fermented meat products (Bactoferm S-B-61). The study was conducted in a model system, i.e. a TBS liquid protein medium. The bacterial culture was reproduced on a TSB liquid protein medium for 20 h, at 30 °C. In the individual experiments, there were used bacteria from the third passage. The effect was investigated of *S. carnosus* on reducing sodium nitrate(III) under certain conditions (time, temperature, and initial number of bacteria). Sodium chloride and polyphosphates were added as additional substances. In every experiment, before and after incubation, there were determined nitrate(III) and nitrate(V), *S. carnosus*, pH, and redox potential. The experiments were performed in three parallel repeats. Based on the analyses performed, it was found that the strain of *Staphylococcus carnosus* bacteria reduced sodium nitrate at temperatures between 20 and 40 °C. The increase in the initial number of bacteria to 10^7 cfu/cm³ significantly affected the reduction of nitrate(III). It was reported that along with the increase in the number of bacteria, the acidity degree of the protein medium increased, whereas the redox potential of the model system decreased. Sodium chloride and polyphosphates had an inhibiting effect on the growth and bacterial activities within the reduction range of sodium nitrate(III). It was found that the strain of *S. carnosus* bacteria reduced sodium nitrate(III) but only under certain environmental conditions.

Key words: nitrates (III), meat curing, and *Staphylococcus carnosus*, reduction of nitrates (III) ☒

AGATA ZNAMIROWSKA, PRZEMYSŁAW ROŻEK,
MAGDALENA BUNIEWSKA, DOROTA KALICKA

DYNAMIKA FERMENTACJI SERWATKI NISKOLAKTOZOWEJ PRZEZ *SACCHAROMYCES BAYANUS* (BAYANUS G995) ORAZ JAKOŚĆ NAPOJÓW SERWATKOWYCH

Streszczenie

Enzymatyczny rozkład laktozy w serwatce przy udziale β -galaktozydazy pozwala na intensyfikację fermentacji alkoholowej poprzez zwiększenie dostępności cukrów i możliwość zastosowania szczepów mikroorganizmów niefermentujących laktozy, a używanych tradycyjnie w produkcji napojów alkoholowych.

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania drożdży BAYANUS G995 (Spirit Ferm, Szwecja) oraz określenie dynamiki fermentacji serwatki z naturalną zawartością laktozy i niskolaktazowej. W pracy przedstawiono wyniki oceny jakości napojów serwatkowych nasyconych CO₂.

Fermentację alkoholową prowadzono w temp. 23 °C przez 28 dni. Co 7 dni nastawy dosładzano sacharozą oraz kontrolowano raz w tygodniu zawartość sacharydów, białka, pH, kwasowość całkowitą oraz po zakończeniu fermentacji – zawartość alkoholu. Po 28 dniach serwatki zlano, wzbogacono o dodatki smakowe i dosłódzono sacharozą. Przeprowadzano refermentację w temp. 25 °C przez 4 dni w celu nasycenia CO₂. Następnie napoje schłodzono do temp. 5 °C i poddano ocenie sensorycznej i fizykochemicznej. *Saccharomyces bayanus* G995 mogą być wykorzystywane do produkcji napojów nasyconych CO₂ z serwatki z naturalną zawartością laktozy i niskolaktazowej. Po 28 dniach fermentacji w napojach niskolaktazowych stwierdzono o 1 % większą zawartość alkoholu niż w napojach z naturalną zawartością laktozy, odpowiednio: 9,50 i 8,50 %. Podczas 28 dni fermentacji w nastawach serwatki z laktozą wartość pH obniżyła się o 0,5 jednostki (z 4,56 do 4,06), a w napojach niskolaktazowych – o 0,45 jednostki (z 4,50 do 4,05). W czasie fermentacji odnotowano także systematyczny wzrost kwasowości całkowitej nastawów z naturalną zawartością laktozy (z 0,36 g/l w 0. dniu do 0,67 g/l w 28. dniu) i niskolaktazowych (z 0,46 g/l w 0. dniu do 0,69 g/l w 28. dniu). Napoje otrzymane z serwatki niskolaktazowej charakteryzowały się większą klarownością, lepszą barwą oraz intensywniejszym słodszy smakiem w porównaniu z napojami wyprodukowanymi z serwatki o tradycyjnej zawartości laktozy.

Słowa kluczowe: serwatka, *Saccharomyces bayanus*, napoje niskolaktazowe, fermentacja

Dr hab. inż. A. Znamiorska, prof. nadzw., mgr inż. P. Rożek, dr inż. M. Buniowska, dr inż. D. Kalicka, Zakład Technologii Mleczarstwa, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie, ul. Ćwiklińskiej 2D, 35-601 Rzeszów. Kontakt: aznam@univ.rzeszow.pl

Wprowadzenie

Konkurencja na rynku mlecznych napojów fermentowanych i zwiększający się popyt na żywność funkcjonalną sprzyjają rozwojowi nowego kierunku przetwórstwa serwatki [26, 30]. Serwatka jest korzystnym środowiskiem dla wzrostu oraz rozwoju wielu mikroorganizmów i może być dobrym surowcem do produkcji napojów. Zawiera białka, które są wartościowe pod względem odżywczym [7, 17]. Dla współczesnego odbiorcy ważne są nie tylko: tekstura, aromat i smak, ale też obniżona kaloryczność. Produkty na bazie serwatki mogą spełnić te wymagania [9]. Opracowano wiele receptur produktów serwatkowych, jednak charakterystyczny, niepożądany aromat i smak serwatki utrudniają prace projektowe [29]. Ponadto jednym ze składników serwatki jest laktoza, która jest eliminowana z diety przez osoby z nietolerancją laktozy, wynikającą z niedoboru lub wręcz braku laktazy w organizmie [1]. Laktaza jest szeroko stosowana w farmakologii i produkcji żywności. Wykorzystuje się ją m.in. do częściowej hydrolizy laktozy podczas wytwarzania mleka zagęszczonego w celu uniknięcia krystalizacji tego cukru w produkcie gotowym. Stosuje się ją również do produkcji napojów z mleka i serwatki, lodów, produktów kandyzowanych [29]. Enzymatyczny rozkład laktozy w serwatce czy też w permeacie przy udziale β -galaktozydazy umożliwia intensyfikację fermentacji alkoholowej poprzez zwiększenie dostępności cukrów i możliwość zastosowania szczepów mikroorganizmów niefermentujących laktozy, a używanych tradycyjnie w produkcji napojów alkoholowych [18, 28]. Aktywatorami procesu fermentacji alkoholowej prowadzonej przez drożdże są głównie witaminy, enzymy i niektóre związki mineralne. Do prawidłowego wzrostu i rozmnażania drożdży niezbędne są witaminy z grupy B, m.in. tiamina, biotyna i kwas pantotenowy. Z substancji mineralnych największe znaczenie mają: magnez, potas, wapń i sód [11]. W serwatce makro- i mikroelementy występują w wystarczającej ilości, także ryboflawina, biotyna, pirydoksyna i witamina B₁₂ [29]. Napoje bezalkoholowe ze zhydrolizowaną laktozą są łatwe w produkcji i charakteryzują się niską wartością energetyczną – ok. 110 kcal/100 ml, dzięki czemu są chętnie spożywane przez szeroką grupę konsumentów. Napoje niskolaktozowe są jednak nietrwałe i do ich produkcji stosuje się substancje konserwujące. Konieczne jest więc opracowanie receptur napojów bez użycia konserwantów [17, 18, 28].

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania drożdży BAYANUS G995 oraz określenie dynamiki fermentacji serwatki niskolaktozowej i z laktozą. W pracy przedstawiono wyniki oceny jakości napojów serwatkowych nasyconych CO₂.

Material i metody badań

Napoje produkowano z pasteryzowanej serwatki podpuszczkowej pochodzącej z produkcji sera salami, o składzie chemicznym: białko – 0,60 %, laktoza – 4,73 %,

tłuszcz – 0,35 %. Serwatkę dzielono na 2 części, do pierwszej dodawano laktazy i przechowywano ją przez 12 h (temp. 8 - 10 °C), a drugą przechowywano bez dodatku enzymu (temp. 8 - 10 °C). Stosowano laktazę Lacta-Free (Biochem s.r.l., Włochy) w ilości 2 g/l serwatki, co zgodnie z deklaracją producenta powodowało hydrolizę laktozy na poziomie 99 %.

Następnie w obu serwatkach prowadzono fermentację mlekową (18 h, temp. 22 - 25 °C) z udziałem szczepionki CHN19 (Chr. Hansen, Dania) o składzie: *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis* var. *diacetylactis*. W serwatce z naturalną zawartością laktozy (tradycyjnej) i niskolaktazowej oznaczano kwasowość całkowitą i pH oraz zawartość: tłuszczu, białka, węglowodanów. Obie serwatki pasteryzowano (temp. 95 °C, 30 min) i po schłodzeniu do temp. 30 °C filtrowano. Serwatki dosładzano sacharozą (40 g/l serwatki) i dodawano drożdże *Saccharomyces bayanus* Bayanus G995 (Spirit Ferm, Szwecja). Optymalna temperatura fermentacji Bayanus G995 to 20 - 25 °C. Stosowane są do produkcji win, wznawiania fermentacji, refermentacji i produkcji napojów musujących. Główną zaletą tych drożdży jest zdolność do pracy w trudnych warunkach (niskie: temperatura i pH, małe stężenie składników odżywczych) i zdolność fermentacji alkoholu do 16,5 - 17 % [19]. Fermentację prowadzono w temp. 23 °C przez 28 dni. Nastaw dosładzano co 7 dni sacharozą (40 g/l serwatki) oraz kontrolowano raz w tygodniu zawartość sacharydów, białka, pH i kwasowość całkowitą. Po 28 dniach serwatki zlewano, dosładzano sacharozą (40 g/l) oraz dodawano esencji „Mango – marakuja” (Biowin, Polska) w ilości 10 ml/l serwatki. Napoje rozlewano do butelek o pojemności 1 litra i zakręcano zakrętkami. Przeprowadzano refermentację w temp. 25 °C przez 4 dni w celu nasycenia CO₂. Następnie napoje schładzano do temp. 5 °C i wychłodzone poddawano ocenie.

Oznaczano zawartość: alkoholu [10], tłuszczu [%], białka [%], sacharydów [%] analizatorem składu chemicznego mleka Bentley B-150 (Bentley, USA). Kwasowość czynną w serwatkach oznaczano pH-metrem FiveEasy PLUS FP20 (Mettler Toledo, Szwajcaria) wyposażonym w elektrodę LE438 ze zintegrowanym czujnikiem temperatury. Kwasowość całkowitą oznaczano zgodnie z wytycznymi Jemaa i wsp. [12], a wyniki podano w gramach kwasu mlekowego na litr.

Ocenę sensoryczną wychłodzonych i nasyconych CO₂ napojów z laktozą i niskolaktazowych wykonywano po zakończeniu produkcji i wychłodzeniu. Do oceny sensorycznej zastosowano metody profilowania sensorycznego [21, 22]. Oceniano: wygląd, nasycenie CO₂, barwę, klarowność, smak: kwaśny, słodki, obcy, gorzki, drożdżowy, wyczuwalność alkoholu, intensywność aromatu, trwałość aromatu i smaku oraz obecność zapachu obcego. Odpowiednio przeszkolony 20-osobowy panel oceniał zakodowane próbki pod względem intensywności występowania ocenianej cechy. Badający podawali swoją ocenę na kartach ze skalą liniową podzieloną na 9 odcinków, z ozna-

zeniami na obu jej końcach w przypadku oceny konsystencji i barwy: na lewym (1 jednostka): „mało charakterystyczna” i na prawym (9 jednostek) „bardzo charakterystyczna”. W ocenie smaku i zapachu oznaczeniami brzegowymi były „niewyczuwalny” i „bardzo intensywny” [21, 22]. Ocena pożądalności polegała na uszeregowaniu próbek według kolejności od najbardziej pożądanej (najlepszej) do najmniej pożądanej (najgorszej).

Doświadczenie wykonano w pięciu niezależnych powtórzeniach w każdej grupie. Obliczenia statystyczne wykonano z użyciem programu Statistica ver. 12. Przeprowadzono jednoczynnikową i dwuczynnikową analizę wariancji, a istotność pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testem Tukeya przy $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Optymalizacja warunków do fermentacji i rozwoju drożdży wymagała obniżenia pH serwatki do poziomu zbliżonego do pH moszczów. W niektórych badaniach [2] wykazano, że pH środowiska o wartościach $3 \div 5$ nie wpływa tak istotnie na parametry wzrostu drożdży *S. bayanus* jak temperatura. Jednak Serra i wsp. [24] twierdzą, że zmniejszenie wartości pH powoduje wyższe zapotrzebowanie na energię do aktywacji rozwoju szczepu *S. cerevisiae* niż szczepu *S. bayanus* ($415 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}$ /jednostkę pH dla *S. cerevisiae*, ale tylko $247 \text{ cal} \cdot \text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ /jednostkę pH dla *S. bayanus*).

Po fermentacji mlekowej istotnie wyższą kwasowość całkowitą stwierdzono w serwatce niskolaktozowej w porównaniu z serwatką zawierającą niezhydrolizowaną laktozę (tab. 1). Również wartości pH różniły się istotnie w serwatce z laktozą (4,58) i niskolaktozowej (4,49). Zawartość białka wynosiła $0,56 \div 0,60 \%$, a tłuszczu – $0,24 \div 0,25 \%$ (tab. 1). Według Król i wsp. [14] zawartość białka w serwatkach mieści się w przedziale $1,22 \div 1,66 \%$, a tłuszczu wynosi tylko $0,06 \%$. Zawartość tłuszczu odgrywa bardzo ważną rolę w dalszych procesach przetwarzania serwatki, ponieważ wpływa na zmiany smaku i zapachu. Jest on bowiem prekursorem wielu lotnych kwasów i aldehydów. Proces ten jest stymulowany głównie przez podwyższoną temperaturę i światło słoneczne, dlatego w produkcji przemysłowej korzystne byłoby minimalizowanie udziału tych czynników i zmniejszenie zawartości tłuszczu [25].

Po pasteryzacji, filtracji i dosłodzeniu serwatki przeznaczone do produkcji napojów: z naturalną zawartością laktozy i niskolaktozowa zawierały odpowiednio: 5,56 i 5,58 % sacharydów (tab. 2).

Drożdże *Saccharomyces bayanus* w serwatce niskolaktozowej lepiej wykorzystywały sacharydy, gdyż w nastawach tych stwierdzono istotnie mniejszą zawartość sacharydów w 7., 14. i 21. dniu fermentacji. W ostatnim dniu fermentacji w serwatce niskolaktozowej było nieistotnie mniej sacharydów niż w serwatce z laktozą. Wraz z wydłużaniem czasu fermentacji zwiększała się zawartość białka w obu serwatkach (tab.

3). Drożdże *S. bayanus* w temp. 21 - 25 °C charakteryzują się produktywnością biomasy na poziomie $0,083 \pm 0,090 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, która zwiększa ilość białka w nastawach [24].

Tabela 1. Zawartość tłuszczu, białka i sacharydów oraz kwasowość serwatki po fermentacji mlekowej i rozkładzie laktozy

Table 1. Content of fat, protein, and saccharides in, and acidity of whey after lactic fermentation and lactose degradation

Parametr / Parameter	Rodzaj serwatki / Type of whey	
	z naturalną zawartością laktozy / with natural lactose content	niskolaktowa low-lactose whey
Kwasowość całkowita [g kwasu mlekowego/l] Total acidity [g lactic acid/l]	$0,34^a \pm 0,02$	$0,40^b \pm 0,01$
pH	$4,58^a \pm 0,01$	$4,49^b \pm 0,01$
Tłuszcz / Fat [%]	$0,24^a \pm 0,01$	$0,25^a \pm 0,00$
Białko / Protein [%]	$0,56^a \pm 0,00$	$0,60^b \pm 0,01$
Sacharydy / Saccharides [%]	$4,52^a \pm 0,02$	$4,54^a \pm 0,02$

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie $\pm$ odchylenia standardowe / Table shows mean values $\pm$ standard deviations; n = 5; a, b, c – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values in rows and denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$.

Tabela 2. Zawartość sacharydów w serwatkach podczas 28 dni fermentacji alkoholowej

Table 2. Content of saccharides in whey during 28 days of alcoholic fermentation

Czas fermentacji [dni] Fermentation time [days]	Sacharydy / Saccharides [%]	
	Serwatka z naturalną zawartością laktozy / With natural lactose content	Serwatka niskolaktowa Low-lactose whey
0	$5,56^{aA} \pm 0,01$	$5,58^{aA} \pm 0,02$
7	$6,41^{aB} \pm 0,00$	$5,84^{bB} \pm 0,06$
14	$8,05^{aC} \pm 0,07$	$7,35^{bC} \pm 0,05$
21	$8,87^{aD} \pm 0,01$	$8,17^{bD} \pm 0,09$
28	$9,83^{aE} \pm 0,01$	$9,77^{aE} \pm 0,15$

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie $\pm$ odchylenia standardowe / Table shows mean values $\pm$ standard deviations; n = 5; a, b, c – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values in rows and denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$; A, B, C, D, E – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values in columns and denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$.

Tabela 3. Zawartość białka w napojach podczas 28 dni fermentacji alkoholowej

Table 3. Content of protein in whey during 28 days of alcoholic fermentation

Czas fermentacji [dni] Fermentation time [days]	Białko / Protein [%]	
	Serwatka z naturalną zawartością laktozy With natural lactose content	Serwatka niskolaktazowa Low-lactose whey
0	0,39 ^{aA} ± 0,01	0,40 ^{aA} ± 0,01
7	0,39 ^{aA} ± 0,01	0,40 ^{aA} ± 0,01
14	0,41 ^{aB} ± 0,01	0,42 ^{aB} ± 0,01
21	0,42 ^{aB} ± 0,01	0,42 ^{aB} ± 0,01
28	0,42 ^{aB} ± 0,01	0,43 ^{aB} ± 0,01

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

Podczas 28 dni fermentacji serwatek stwierdzono istotne obniżenie poziomu pH zarówno w nastawach z naturalną zawartością laktozy, jak i niskolaktazowych (tab. 4). W nastawach naturalnych wartość pH obniżyła się o 0,5 jednostki, a w niskolaktazowych – o 0,45 jednostki. Równocześnie odnotowano systematyczny wzrost kwasowości całkowitej w czasie fermentacji alkoholowej (tab. 5). Istotnie wyższą kwasowość początkową wykazano w nastawach serwatki niskolaktazowej w porównaniu z tradycyjną, jednak po 28 dniach fermentacji różnice te nie były już statystycznie istotne.

Tabela 4. Kwasowość czynna (pH) w napojach podczas 28 dni fermentacji

Table 4. Active acidity (pH) of beverages during 28 days of fermentation

Czas fermentacji [dni] Fermentation time [days]	pH	
	Serwatka z naturalną zawartością laktozy Whey with natural lactose content	Serwatka niskolaktazowa Low-lactose whey
0	4,56 ^{bE} ± 0,01	4,50 ^{aD} ± 0,02
7	4,39 ^{aD} ± 0,01	4,35 ^{bC} ± 0,01
14	4,20 ^{aC} ± 0,02	4,16 ^{aB} ± 0,02
21	4,19 ^{bB} ± 0,00	4,09 ^{aA} ± 0,00
28	4,06 ^{aA} ± 0,00	4,05 ^{aA} ± 0,01

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

Podczas fermentacji alkoholowej wytwarzane są produkty uboczne odpowiedzialne za kwasowość, takie jak: kwas mlekowy, aldehyd octowy, kwas pirogronowy, kwas octowy, glicerol i kwas bursztynowy [29]. Francesca i wsp. [8] zaobserwowali podczas monitorowanych winifikacji, że pH oraz zawartość kwasów lotnych wzrosły, natomiast w przypadku kwasowości całkowitej stwierdzili przeciwne tendencje.

Jak podają Volschenk i wsp. [27], kwasowość ogólna odgrywa bardzo istotną rolę w kształtowaniu sensorycznej jakości i stabilności wina. Przyjmuje się że najkorzyst-

niejszy przedział kwasowości ogólnej wynosi $4 \div 6$ g/l. Satora [23], w pracy dotyczącej wpływu kultur mieszanych *S. cerevisiae* i *S. bayanus* lub *S. cerevisiae* i *S. paradoxus* na fermentację moszczów jabłkowych, także wykazał wzrost kwasowości ogólnej w trakcie fermentacji. Największą zawartość kwasów wymieniony autor odnotował w napojach wyprodukowanych z udziałem monokultury szczepu *S. bayanus* (9,24 g/l) i był to wzrost kwasowości o 1,58 g/l w odniesieniu do wartości początkowej. W badaniach własnych całkowita kwasowość serwatki po 28 dniach fermentacji wzrosła o 0,31 g/l (z laktozą) i o 0,23 g/l (niskolaktosowej).

W napojach serwatkowych po refermentacji, nasyconych CO₂, oznaczono podstawowe właściwości fizykochemiczne (tab. 6). Napoje różniły się istotnie pod względem zawartości sacharydów i alkoholu. Pozostałe cechy, takie jak: zawartość białka i tłuszczu oraz pH i kwasowość były porównywalne w obu rodzajach napojów. W napojach z serwatki uzyskano $8,5 \div 9,5$ % obj. alkoholu, odpowiednio: w serwatce z laktozą i niskolaktosowej.

Tabela 5. Kwasowość całkowita serwatki podczas 28 dni fermentacji alkoholowej
Table 5. Total acidity of whey during 28 days of alcoholic fermentation

Czas fermentacji [dni] Fermentation time [days]	Kwasowość całkowita [g kwasu mlekowego na litr] Total acidity [g lactic acid/liter]	
	Serwatka z naturalną zawartością laktozy Whey with natural lactose content	Serwatka niskolaktosowa Low-lactose whey
0	0,36 ^{aA} ± 0,05	0,46 ^{bA} ± 0,03
7	0,43 ^{aAB} ± 0,05	0,51 ^{bB} ± 0,01
14	0,47 ^{aB} ± 0,00	0,60 ^{bC} ± 0,00
21	0,54 ^{aC} ± 0,01	0,64 ^{bD} ± 0,01
28	0,67 ^{aD} ± 0,01	0,69 ^{aE} ± 0,02

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

Bonin i Wzorek [4] w ciągu ponad 3-miesięcznej fermentacji moszczów gronowych z użyciem *Saccharomyces bayanus* uzyskali wina o mocy: 14,1 % oraz 13,3 % obj. alkoholu. Bugajewska i Wzorek [5] po 21 dniach fermentacji moszczu gronowego przez drożdże *S. bayanus* rasy Bratysława, przy początkowej zawartości cukrów 330 g/l, uzyskali 19,2 % obj. alkoholu. Czyżycki [6] oraz Bonin i Kolwas [3] stwierdzili, że *Saccharomyces bayanus* charakteryzuje się znaczną osmoofilnością i zdolnością fermentacji nastawów do zawartości alkoholu $15 \div 18$ % obj. etanolu.

Zespół oceniający wskazał na napój serwatkowy o obniżonej zawartości laktozy jako ten, który cechował się lepszymi właściwościami sensorycznymi i był bardziej pożądany przez konsumentów (tab. 7). Napój niskolaktosowy cechował się lepszym wyglądem, barwą, klarownością oraz był słodszy od napoju z laktozą. W napoju przy-

gotowanym z serwatki z niezhydrolizowaną laktozą oznaczono istotnie większą

Tabela 6. Zawartość tłuszczu, białka, sacharydów i alkoholu oraz kwasowość napojów po refermentacji
Table 6. Content of fat, protein, saccharides, alcohol in and acidity of whey beverages after fermentation

Parametr Parameter	Napój z serwatki / Whey beverage	
	Serwatka z naturalną zawartością laktozy Whey with natural lactose content	Serwatka niskolaktózowa Low-lactose whey
Kwasowość całkowita Total acidity [g/l]	0,87 ^a ± 0,01	0,89 ^a ± 0,02
pH	4,00 ^a ± 0,00	3,98 ^a ± 0,01
Tłuszcz /Fat [%]	0,20 ^a ± 0,04	0,18 ^a ± 0,07
Białko / Protein [%]	0,26 ^a ± 0,01	0,28 ^a ± 0,01
Sacharydy / Saccharides [%]	11,83 ^b ± 0,01	11,77 ^a ± 0,15
Alkohol /Alcohol [%]	8,50 ^a ± 0,50	9,50 ^b ± 0,50

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

zawartość sacharydów, jednak laktoza (wchodząca w skład sacharydów) charakteryzuje się mniejszą słodyczą niż glukoza i sacharoza, co przyczyniło się do zmniejszenia intensywności odczucia smaku słodkiego przez oceniających. Według Pawlos i wsp. [20] rodzaj cukrów zawartych lub dodanych do napojów serwatkowych ma wpływ na smak i preferencje. Z kolei Landge i Gaikwad [16] badali wpływ różnych stężeń sacharozy w napojach wyprodukowanych z serwatek aromatyzowanych zmieloną kolendrą oraz kminkiem i wykazali, że większa zawartość sacharozy korzystnie wpływa na wygląd i barwę gotowych napojów w czasie przechowywania. Należy zaznaczyć, że grupy karbonylowe w laktozie mogą łatwo reagować z grupami aminowymi białek, w wyniku czego powstają hydroksymetylofurfural, pentozydyna oraz melanoidyny powodujące brązowienie i zmiany smakowo-zapachowe przerobionej serwatki [15]. Jak zauważają Kourkoutas i wsp. [13], aktywność metaboliczna drożdży, zwłaszcza metabolizm aminokwasów, ma bardzo istotny wpływ na smak uzyskiwanych napojów, gdyż jest on związany z produkcją związków, takich jak: diketony, estry, wyższe alkohole, aldehydy, kwasy tłuszczowe i związki siarki. Dodatkowo przekształcenie enzymatyczne wolnych aminokwasów często prowadzi do powstawania związków lotnych, odpowiedzialnych za ostry, nieprzyjemny smak i zapach [15]. Smak i zapach napojów z serwatki o tradycyjnej zawartości laktozy i niskolaktózowej nie wskazywał na niekorzystne zmiany wynikające z reakcji chemicznych i enzymatycznych. Oznaczona istotnie większa zawartość alkoholu w napojach niskolaktózowych w porównaniu z zawierającymi laktozę nie była wyczuwalna i zauważona przez oceniających.

Tabela 7. Wyniki oceny sensorycznej napojów serwatkowych naturalnie nasyconych CO₂ o smaku mango-marakujaTable 7. Sensory evaluation of whey beverages, naturally saturated with CO₂, having mango and passion fruit flavour

Cecha / Attribute	Napój z serwatki / Whey beverage	
	Serwatka z naturalną zawartością laktozy Whey with natural lactose content (n = 20)	Serwatka niskolaktózowa Low-lactose whey (n = 20)
Preferencje / Preferences	1,27 ^a ± 0,27	0,64 ^b ± 0,29
Wygląd / Appearance	5,00 ^a ± 1,34	6,45 ^b ± 1,63
Wysycenie CO ₂ / CO ₂ saturation	5,36 ^a ± 1,29	5,28 ^a ± 1,66
Barwa / Colour	4,55 ^a ± 1,13	7,00 ^b ± 1,61
Klarowność / Clarity	3,82 ^a ± 1,33	4,64 ^a ± 1,57
Smak kwaśny / Sour taste	4,45 ^a ± 1,37	3,55 ^a ± 1,37
Smak słodki / Sweet taste	4,91 ^a ± 1,76	5,00 ^a ± 1,79
Smak obcy / Foreign taste	2,73 ^a ± 1,62	2,72 ^a ± 1,25
Gorycz / Bitterness	4,00 ^a ± 1,61	4,00 ^a ± 1,26
Smak drożdżowy / Yeasty taste	3,82 ^a ± 1,60	4,18 ^a ± 1,66
Wyczuwalność alkoholu Perceptible alcohol	3,13 ^a ± 1,10	3,18 ^a ± 2,14
Intensywność aromatu Intensity of aroma	5,81 ^a ± 1,58	5,82 ^a ± 1,54
Trwałość aromatu i smaku Stability of aroma and taste	5,73 ^a ± 0,73	5,59 ^a ± 1,70
Zapach obcy / Foreign smell	3,27 ^a ± 1,49	3,18 ^a ± 1,78

Objaśnienia / Explanatory notes:

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

Wnioski

1. Drożdże *Saccharomyces bayanus* G995 mogą być wykorzystywane do produkcji napojów z serwatki z naturalną zawartością laktozy i niskolaktózowej, nasyconych CO₂. Po 28 dniach fermentacji wyższą o 1 % zawartość alkoholu stwierdzono w napojach niskolaktózowych (9,50 %) w porównaniu z napojami z tradycyjną zawartością laktozy (8,50 %).

2. Podczas 28 dni fermentacji w nastawach serwatki z naturalną zawartością laktozy wartość pH obniżyła się z 4,56 o 0,5 jednostki, a w nastawach niskolaktozowych z 4,50 o 0,45 jednostki.
3. Napoje otrzymane z serwatki niskolaktozowej charakteryzowały się lepszą klarownością i barwą oraz intensywniejszym słodszy smakiem w porównaniu z napojami wyprodukowanymi z serwatki o tradycyjnej zawartości laktozy.

Literatura

- [1] Andrzejewska M.: Nietolerancja laktozy, istotne zagadnienia żywieniowe i medyczne. *Żyw. Człow. Metab.*, 2015, 4, 250-254.
- [2] Arroyo-López F.N., Orlic S., Querol A., Barrio E.: Effects of temperature, pH and sugar concentration on the growth parameters of *Saccharomyces cerevisiae*, *S. kudriavzevii* and their interspecific hybrid. *Int. J. Food Microbiol.*, 2009, 131 (2-3), 120-127.
- [3] Bonin S., Kolwas M.: Fermentacja nastawów wysokocukrowych z dodatkiem preparatu ścian komórkowych. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2009, 5, 6-8.
- [4] Bonin S., Wzorek W.: Porównanie ciągłych fermentacji winiarskich prowadzonych z użyciem dwóch szczepów drożdży immobilizowanych na szkle piankowym. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2004, 3 (2), 83-93.
- [5] Bugajewska A., Wzorek W.: Wpływ wybranych aktywatorów i postaci użytych drożdży na fermentację winiarską. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1995, 6, 20-22.
- [6] Czyżycki A.: Zastosowanie suszonych drożdży do fermentacji win. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1994, 3 (38), 14-16.
- [7] Drgalić I., Tratnik L., Božanić R.: Growth and survival of probiotic bacteria in reconstituted whey. *Lait*, 2005, 85, 171-179.
- [8] Francesca N., Romano R., Sannino C., Grottaglie L.L., Settani L., Moschetti G.: Evolution of microbiological and chemical parameters during red wine making with extended post-fermentation maceration. *Int. J. Food Microbiol.*, 2014, 171, 84-94.
- [9] Glibowski P., Sołowiej B., Nastaj M., Rajca M.: Właściwości reologiczne i teksturalne mimetyków napojów fermentowanych otrzymywanych na bazie inuliny i serwatki. W: *Technologiczne kształtowanie jakości żywności*. Red. K.M Wójciak i Z.J. Dolatowski. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2015, ss. 59-68.
- [10] Gonchar M.V., Maidan M.M., Pavlishko H.M., Sibiry A.A.: A new oxidase-peroxidase kit for ethanol assays in alcoholic beverages. *Food Technol. Biotechnol.*, 2001, 39 (1), 37-42.
- [11] Grajek W., Szymanowska D.: Stresy środowiskowe działające na drożdże *Saccharomyces cerevisiae* w procesie fermentacji etanolowej. *Biotechnologia*, 2008, 3 (82), 46-63.
- [12] Jemaa M.B., Falleh H., Neves M.A., Isoda H., Nakajima M., Ksouri R.: Quality preservation of deliberately contaminated milk using thyme free and nanoemulsified essential oils. *Food Chem.*, 2017, 217, 726-734.
- [13] Kourkoutas Y., Bekatorou A., Banat I.M., Marchant R., Koutinas A.: Immobilization technologies and support materials suitable in alcohol beverages production: A review. *Food Microbiol.*, 2004, 8 (21), 377-397.
- [14] Król J., Brodziak A., Litwińczuk A.: Podstawowy skład chemiczny i zawartość wybranych białek serwatkowych w mleku krów różnych ras i w serwatce podpuszczkowej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 4 (77), 74-83.

- [15] Kumider J.: Optymalizacja odpadów przemysłu rolno-spożywczego. W: Aspekty towaroznawcze i ekologiczne. Red. Wyd. AE w Poznaniu, Poznań 1996, ss. 1-110.
- [16] Landge S.N., Gaikwad S.M.: Studies on preparation and sensory evaluation of whey beverage. Int. J. Food Agric. Veter. Sci., 2013, 3 (3), 27-29.
- [17] Matijević B., Božanić R., Tratnik L.: The influence of lactulose on growth and survival of probiotic bacteria *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 in reconstituted sweet whey. Mljekarstvo, 2009, 59 (1), 20-27.
- [18] Matijević B., Lisak K., Božanić R., Tratnik L.: Impact of enzymatic hydrolyzed lactose on fermentation and growth of probiotic bacteria in whey. Mljekarstvo, 2011, 61 (2), 154-160.
- [19] Naumov G.I., Naumova E.S., Martynenko N.N., Masneuf-Pomarède I.: Taxonomy, ecology, and genetics of the yeast *Saccharomyces bayanus*: A new object for science and practice. Microbiology, 2011, 80 (6), 735-742.
- [20] Pawlos M., Szajnar K., Znamirska A., Kalicka D.: Wpływ rodzaju cukru, czasu i warunków przechowywania na jakość napojów serwatkowych o smaku cytrynowym. Badania i rozwój młodych naukowców w Polsce. W: Żywność. Red. J. Nyckowiak i J. Leśny. Wyd. Młodzi Naukowcy, Poznań 2016, ss. 59-67.
- [21] PN-ISO 11035:1999. Analiza sensoryczna. Identyfikacja i wybór deskryptorów do ustalania profilu sensorycznego z użyciem metod wielowymiarowych.
- [22] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [23] Satora P.: Wpływ kultur mieszanych *S. cerevisiae* i *S. bayanus* na fermentację moszczów jabłkowych. Zesz. Nauk. UR w Krakowie. Rozprawy. Wyd. UR. Kraków 2011.
- [24] Serra A., Strehaiano P., Taillandier P.: Influence of temperature and pH on *Saccharomyces bayanus* var. *uvarum* growth; impact of a wine yeast interspecific hybridization on these parameters. Int. J. Food Microbiol., 2005, 104, 257-265.
- [25] Silviya R.M., Bhumika K., Dabhi Parmar S.C., Aparnathi K.D.: Whey and its utilization. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci., 2016, 5 (8), 134-155.
- [26] Skryplonek K., Jasińska M.: Jakość fermentowanych napojów probiotycznych otrzymanych z mrożonej serwatki kwasowej i mleka w czasie chłodniczego przechowywania. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2016, 1 (104), 32-44.
- [27] Volschenk H., Viljoen-Bloom M., Subden R.E., van Vuuren H.J.J.: Malo-ethanolic fermentation in grape must by recombinant strains of *Saccharomyces cerevisiae*. Yest, 2001, 18, 963-970.
- [28] Wanarska M., Kur J.: β -D-galaktozydazy – źródła, właściwości i zastosowanie. Biotechnologia, 2005, 3 (71), 46-62.
- [29] Wesołowska-Trojanowska M., Targoński Z.: Wykorzystanie serwatki w procesach biotechnologicznych. Nauki Inżynierskie i Technologiczne, 2014, 1 (12), 102-116.
- [30] Znamirska A., Kalicka D., Szajnar K., Pawlos M.: Właściwości organoleptyczne napojów serwatkowych o smaku kawowym, cytrynowym, malinowym i mango – maracuja. W: Bezpieczeństwo żywności. Red. C. Puchalski i M. Dżugan. Wyd. UR, Rzeszów 2015, ss. 37-50.

DYNAMICS OF FERMENTING LOW-LACTOSE WHEY BY *SACCHAROMYCES BAYANUS* (BAYANUS G995) AND QUALITY OF WHEY BEVERAGES

S u m m a r y

The enzymatic degradation of lactose in whey by β -galactosidase makes it possible to intensify alcoholic fermentation through increasing the availability of sugars and the possibility of applying strains of non-lactose fermenting bacteria, which are traditionally used in the production of alcoholic beverages.

The objective of the study was to evaluate the possibility of using BAYANUS G995 yeast (Spirit Ferm., Sweden) and to determine the dynamics of fermenting whey with a natural content of lactose and low-lactose whey. The paper presents the results of quality evaluation of whey beverages saturated with CO₂.

The alcoholic fermentation was performed at 23 °C during a period of 28 days. Every 7 days, sucrose was added to the whey under fermentation. Once a week, there were monitored: content of saccharides, content of protein, pH value, total acidity, and, after the fermentation, content of alcohol. After 28 days, whey beverages were decanted, flavouring innards were added, and the beverages were sweetened using sucrose. The whey beverages were fermented at a temperature of 25 °C during a period of 4 days to saturate them with carbon dioxide. Next, the beverages were chilled down to 5°C and underwent sensory and physical-chemical analysis. *Saccharomyces bayanus* can be utilized in the production of carbonated beverages made from whey with a natural content of lactose and from low-lactose whey. After 28 days of fermentation, it was found that the content of alcohol in the low-lactose beverages was 1 % higher compared to that in the whey beverages with the natural content of lactose: 9.50 % and 8.50 %, respectively. During the 28 day fermentation period, the pH value of the whey fermented decreased by 0.5 unit (from a value of 4.56 to 4.06) whereas that of the low-lactose whey decreased by 0.45 unit (from a value of 4.50 to 4.05). During fermentation, a systematic increase was also recorded in total acidity of the whey with natural content of lactose (from 0.36 g/l (on 0 day of fermentation) to 0.67 g/l (on the 28th day of fermentation) as well as of the low-lactose whey (from 0.46 g/l (on 0 day of fermentation) to 0.69 g/l on the 28th day of fermentation). The beverages produced from the low-lactose whey were characterized by a better clarity, better colour, and by a more intense sweet flavour in comparison with the beverages made from whey with a natural content of lactose.

Key words: whey, *Saccharomyces bayanus*, low-lactose beverages, fermentation ☒

DOROTA MARTYSIAK-ŻUROWSKA, MAŁGORZATA PUTA, ANNA RODZIK,
EDYTA MALINOWSKA-PAŃCZYK

**THE EFFECT OF LYOPHILIZATION ON SELECTED
BIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS (VITAMIN C, CATALASE,
LYSOZYME), TOTAL ANTIOXIDANT CAPACITY AND LIPID
OXIDATION IN HUMAN MILK**

S u m m a r y

Human milk is rich in polyunsaturated fatty acids, as well as lysozyme, vitamin C and other bioactive compounds. The effect of lyophilization on the content of antioxidants (vitamin C and catalase CAT), bactericidal compounds (lysozyme), total antioxidant capacity (TAC) and lipid peroxidation in human milk was investigated in this study. Samples of mature human milk were collected from five healthy women who gave birth on the scheduled date and without complications. Freeze drying resulted in the removal of 88.2 % of the initial water content from milk. The human milk lyophilizate was readily soluble in water. Lyophilization had no effect on the content of primary (lipid peroxides LP) and secondary (thio-barbituric acid reactive substances TBARS) products of lipid oxidation. Freeze-drying led to a significant decrease in the vitamin C content and TAC values of milk (by 31 % and 16.5 %, respectively). Catalase and lysozyme were resistant to freeze-drying. Lyophilization induced a decrease in lysozyme content (9 %) and catalase activity (11 %) but these changes were not statistically significant. Low-temperature dehydration and rehydration of human milk lyophilizates promote satisfactory retention of biologically active ingredients and prevent the oxidation of human milk lipids. The results of this study indicate that lyophilization can be considered as an effective method for prolonging the shelf life of human milk.

Key words: human milk, lyophilization, vitamin C, catalase, lysozyme, lipid oxidation

Introduction

Human milk contains all the nutrients that are required for the healthy growth and development of infants and small children. It is also an abundant source of biologically active ingredients, including antimicrobial and antioxidant compounds [13]. Human

*Dr inż. D. Martysiak-Żurowska, mgr inż. M. Puta, mgr inż. A. Rodzik, dr inż. E. Malinowska-Pańczyk,
Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności, Wydz. Chemiczny, Politechnika Gdańska,
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk. Kontakt: dorota.martysiak-zurowska@pg.edu.pl*

milk banks (HMB) offer a solution to infants who cannot be fed mother's own milk. Infants that were born prematurely or with health conditions are the main beneficiaries of HMB. Human milk is characterized by unique composition and highly available nutrients, therefore, it can also be used to treat various diseases in adults. Human milk has been found to deliver positive effects in patients recovering from acute malnutrition, liver transplants [9] and oncological therapy [12].

Human milk can be effectively stored by freezing (-20 °C). The concentrations and activity of bioactive milk compounds decrease during freeze storage subject to the applied temperature [4]. For this reason, scientists are searching for new methods that would effectively prolong the shelf life of human milk and minimize the degradation of its biologically active components.

Lyophilization is an alternative method for preserving human milk. Water is removed from milk at low temperatures to protect thermally sensitive components against degradation. Lower water activity in milk prevents the growth of microflora and slows down adverse enzymatic processes [6]. Recent research focuses on the effects of lyophilization on the concentrations of lipids, proteins, lactose [11], fatty acids [3] and immunoglobulins [2] in human milk.

Materials and methods

Materials

Mature milk was collected from five healthy mothers who gave birth on the scheduled date and without complications at the Department of Obstetrics of the Clinical Hospital in Gdańsk. All newborns were in good health (Apgar score of 9 - 10) with normal birth weight (3100 ÷ 3800 g). The mothers expressed breast milk at home under hygienic conditions. Milk samples were pooled, divided into 50 ml samples and frozen at -80 °C.

All of the experimental procedures were approved by the Local Ethics Committee of the Medical University of Gdansk. The patients gave written consent to participate in the study.

Lyophilization

Frozen milk samples were lyophilized in the Alpha 2-4 LD Plus freeze drier (Martin Christ, Germany) under the following process parameters: pressure of 0.94 mBar, lyophilization temperature of -20 °C and condenser temperature of -80 °C. The lyophilization process was continued until the achievement of constant weight, but not longer than 48 h. The freeze drying process was carried out in triplicate.

Determination of the moisture content of lyophilized milk

The moisture content of lyophilized milk was determined with the Radwag Max 50 laboratory scale (Poland). The product was dried at a temperature of 102 °C until the achievement of constant weight.

Dilution of human milk lyophilizates

Milk lyophilizates were diluted in ultra-pure distilled water with a temperature of 37 ± 1 °C. Lyophilized samples were diluted by adding sufficient amounts of water to achieve the initial volume before freeze-drying.

Determination of total antioxidant capacity

The total antioxidant capacity (TAC) of milk was determined in the ABTS assay [8]. TAC values were expressed as Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) from a calibration curve of Trolox concentrations in standard solutions vs. their absorbance.

Determination of vitamin C content

The total vitamin C content of lyophilized milk was determined by reversed-phase high-performance liquid chromatography with UV detection (RP-HPLC/UV) according to the method proposed by Romeu-Nadal et al. [10]. Dehydroascorbic acid (DHsA) was converted to ascorbic acid (AsA) in the presence of DL-Dithiothreitol (DTT) as the reducing agent. The AsA was stabilized with 0.56 % meta-phosphoric acid solution.

Determination of catalase activity

Catalase (CAT) activity was determined with the use of the commercial spectrophotometric Catalase Assay Kit (Cayman Chemicals, Ellsworth Rd, USA).

Determination of lysozyme concentration

Lysozyme concentration was determined in the ELISA assay with the use of the Lysozyme ELISA Kit (Immundiagnostik AG, Bensheim, Germany).

Lipid peroxidation assay

Lipid peroxidation in milk was determined by the method described by Turoli et al. [14]. The content of lipid peroxides (LP) [μM] was calculated based on the value of ϵ for J^{3-} which is set at 2.19×10^4 /M/cm³ at 353 nm [1].

Determination of the content of thiobarbituric acid reactive substances

The content of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), the indicators of polyunsaturated fatty acid (PUFA) oxidation, was determined by the method proposed

by Turoli et al. [14]. TBARS were expressed as malondialdehyde (MDA) based on the calibration curve of MDA concentrations in standard solutions vs. their absorbance.

Statistical analysis

The results were processed statistically in the Statistica 12.0 program. The significance of differences between analyte concentrations in untreated human milk and in diluted lyophilizate was evaluated by one-way ANOVA and Tukey's post-hoc test at a significance level of $p \leq 0.05$.

Results and discussion

Lyophilization led to effective dehydration of human milk, and 88.2 % of initial water content was sublimated. The moisture content of freeze-dried milk was determined at 2.3 ± 0.19 %. The initial content of solids in the analyzed milk was estimated at 9.5 ± 0.26 %. The obtained lyophilizate was easily rehydrated.

Table 1. Concentrations of selected compounds in raw (control sample) and lyophilized (rehydrated) human milk

Tabela 1. Stężenie wybranych składników w surowym (próbę kontrolną) oraz liofilizowanym (roztworzonym) mleku ludzkim

Compound Składnik	Human milk / Mleko ludzkie	
	Raw Surowe ($\bar{x} \pm SD$)	Lyophilized Liofilizowane ($\bar{x} \pm SD$)
TAC [mg TE/100 ml]	$31.4^a \pm 2.70$	$26.2^b \pm 2.19$
Vitamin C [mg AsA/L]	$39.4^a \pm 1.83$	$27.0^b \pm 2.27$
CAT [nmol/min/ml]	$46.0^a \pm 5.76$	$40.8^a \pm 6.31$
Lysozyme [$\mu\text{g/ml}$]	$87.7^a \pm 11.83$	$79.7^a \pm 16.68$
LP [$\mu\text{M/L}$]	$7.1^a \pm 0.88$	$6.9^a \pm 0.96$
TBARS [$\mu\text{g MDA/100 ml}$]	$58.0^a \pm 5.76$	$57.9^a \pm 5.81$

$\bar{x} \pm SD$ – mean value $\pm$ standard deviation / wartość średnia $\pm$ odchylenie standardowe;

a, b – mean values followed by different letters within rows are significantly different ($p \leq 0.05$) / średnie wartości oznaczone w tym samym wierszu różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0.05$).

The results of analyses were used to determine the effect of lyophilization on the concentrations and activity of bioactive milk components (tab. 1). Lysozyme was most resistant to lyophilization, and its content in freeze-dried milk was reduced by 9.1 ± 1.37 %. Vitamin C was most sensitive and lyophilization decreased the vitamin C content of milk by 31.5 ± 7.85 %. The TAC of diluted milk lyophilizate was lowered by 16.6 ± 2.05 %. Catalase is relatively resistant to freeze-drying, and its activity in diluted lyophilizate decreased by 11.3 ± 5.22 % relative to the initial value. Lyophilization

led to a minor (non-significant) decrease (2.82 %) in the content of primary lipid peroxidation (LP) products. Freeze-drying did not affect the content of secondary lipid oxidation products (TBARS) in the analyzed milk.

Dehydration prolongs the shelf life of food products by significantly inhibiting microbial growth and slowing down enzymatic processes. In this study, freeze-drying effectively removed water from human milk and produced lyophilizates with 2.3 % moisture content. The initial content of solids in the analyzed milk was estimated at 9.5 %. The obtained lyophilizate was easily rehydrated.

Lyophilization is not a method of pasteurization, but it decreases the counts of vegetative bacterial cells. Salcedo et al. [11] demonstrated that lyophilization significantly reduced the counts of *mesophilic aerobes*, *Staphylococcus aureus* and *Enterococci spp.* bacteria in human milk. Their study also revealed that freeze-drying does not affect the bactericidal properties of human milk, which indicates that lyophilized milk is characterized by a high content of bactericidal compounds. Similar observations were made in our study which demonstrated that lyophilization did not exert a significant influence on the lysozyme content of human milk. Vincenzetti et al. [15] evaluated the influence of low-temperature dehydration on the content and activity of lysozyme in donkey's milk. In the cited study, lysozyme content decreased by 15.5 %, but its antimicrobial properties were not affected. However, it should be noted that lysozyme content and activity in donkey's milk are significantly lower than in human milk.

Lozano et al. [7] noted stable levels of vitamin E, α -, γ - and δ -tocopherol and TAC (determined with ferrous iron Fe^{2+}) in human milk that was lyophilized and stored at 4 °C for 90 days. Freeze-drying significantly reduced the concentrations of vitamin C (by around 11 %) and ascorbic acid (by around 15 %) in milk. However, in the cited study, the results reported after lyophilization were not compared with the initial values in raw milk. The influence of lyophilization on the vitamin C content of human milk has not been analyzed to date, but the above parameter has been studied in donkey's milk. Donkey's milk and human milk are characterized by similar levels of vitamin C (around 57 mg/l), and the vitamin C content of donkey's milk was reduced by around 10.5 % after freeze-drying [15]. In our study, lyophilization was responsible for a 30 % drop in vitamin C concentration.

Catalase is also an important milk component with antioxidant properties. In our study, this enzyme was relatively resistant to freeze-drying, and its initial activity was preserved in 89 % in lyophilized milk. Vitamin C and antioxidant enzymes, including catalase, are only two of the numerous antioxidant compounds present in human milk. Their overall concentrations and antioxidant activity are described by TAC values. In the present study, the TAC of lyophilized milk, determined in the ABTS assay, was equivalent to nearly 84 % of its initial value.

In a study by Cortez and Soria [5], lyophilization did not influence protein, glucose, triglyceride or polyphenol concentrations in human milk. Lyophilization does not affect the fatty acid composition of human milk [3], but it significantly decreases the diameter of milk fat globules. Human milk fat consists of globules (which form emulsion droplets) with hydrophobic triacylglycerols and cholesterol esters in the interior and an amphipathic exterior layer composed of phospholipids, proteins, cholesterol and enzymes. Human milk fat globules have a diameter of approximately 1 μm , but globules with a diameter of 4 μm are also encountered. The diameter of milk fat globules can be reduced to increase their specific surface area and susceptibility to oxidation. Lyophilization takes place at sub-zero temperatures with no air access, which stabilizes nutrients and bioactive compounds in dehydrated products. Freeze-drying does not increase the concentrations of markers of undesirable biochemical processes, such as nitrites, superoxide anions, hydrogen peroxides, lipid peroxides and γ -glutamyl transpeptidase [5]. In our study, lyophilization did not contribute to the oxidation of human milk lipids. An increase in the content of primary (LP) and secondary (TBARS) products of lipid oxidation was not observed in freeze-dried milk.

Conclusions

Low-temperature dehydration and rehydration of lyophilizates promote satisfactory retention of bioactive milk components, and do not lead to the oxidation of human milk lipids. According to other studies, the stability of milk lyophilizates, including human milk lyophilizates, is preserved during storage at a temperature of 4 °C. Lyophilization also reduces the weight and volume of milk samples, which significantly facilitates their transport and storage. The results of this study indicate that freeze-drying may be considered as an effective alternative method for prolonging the shelf life of human milk.

References

- [1] Aust S.D.: Lipid peroxidation. In.: Handbook of Methods for Oxygen Radical Research. Ed. R.A. Greenwald. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, 1985, pp. 203-207.
- [2] Castro-Albarran J., Aguilar-Uscanga B., Calon F., St-Amour I., Solis-Pacheco J., Saucier L.: Spray and freeze drying of human milk on the retention of immunoglobulins (IgA, IgG, IgM). *Drying Technol.*, 2016, 34 (15), 1801-1809.
- [3] Cavazos-Garduno A., Serrano-Nino J., Solis-Pacheco J., Gutierrez-Padilla J., Gonzalez-Reynoso O., Garcia H., Aguilar-Uscanga B.: Effect of pasteurization, freeze-drying and spray drying on the FAT globule and lipid profile of human. *J. Food Nutr. Res.*, 2016, 4 (5), 296-302.
- [4] Chang J., Chen C., Fang L., Tsai Ch., Chang Y., Wang T.: Influence of prolonged storage process, pasteurization, and heat treatment on biologically-active human milk proteins. *Pediatr. Neonatol.*, 2013, 54 (6), 360-366.

- [5] Cortez M., Soria E.: The effect of freeze-drying on the nutrient, polyphenol, and oxidant levels of breast milk. *Breastfeed. Med.*, 2016, 11 (10), 551-554.
- [6] Divya L., Lavakumar V., Niranjan-Babu M., Nireesha G., Sowmya C., Venkateshan N.: Lyophilization / Freeze drying – A review. *IJNTPS*, 2013, 3 (4), 87-98.
- [7] Lozano B., Castellote A., Montes R., Lopez-Sabater M.: Vitamins, fatty acids, and antioxidant capacity stability during storage of freeze-dried human milk. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2014, 65 (6), 703-707.
- [8] Martysiak-Żurowska D., Wenta W.: A comparison of ABTS and DPPH methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2012, 11 (1), 83-89.
- [9] Merhav H., Wright H., Miele L., Van Thiel D.: Treatment of IgA deficiency in liver transplant recipients with human breast milk. *Transpl. Int.*, 1995, 8 (4), 327-329.
- [10] Romeu-Nadal M., Castellote A., Lopez-Sabater M.: Effect of cold storage on vitamins C and E and fatty acids in human milk. *Food Chem.*, 2008, 106 (1), 65-70.
- [11] Salcedo J., Gormaz M., Lopez-Mendoza M., Nogarotto E., Silvestre D.: Human milk bactericidal properties: Effect of lyophilization and relation to maternal factors and milk components. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.*, 2015, 60 (4), 527-532.
- [12] Svanborg C., Aits S., Brest P., Gustafsson L., Mok K., Moreillhon C., Mossberg A., Pettersson J., Storm P., Trulsson M.: HAMLET, a tumoricidal molecular complex from human milk. *BMC Proceedings*, 2009, 3 (Suppl. 5), S11.
- [13] Tsopmo A., Friel J.: Human milk has antioxidant properties to protect premature infants. *Curr. Ped. Rev.*, 2007, 3 (1), 45-51.
- [14] Turoli D., Testolin G., Zanini R., Bellu R.: Determination of oxidative status in breast and formula milk. *Acta Paediatr.*, 2004, 93 (12), 1569-1574.
- [15] Vincenzetti S., Savini M., Cecchini C., Micozzi D., Carpi F., Vita A., Polidori P.: Effects of lyophilization and use of probiotics on donkey's milk nutritional characteristics. *IJFE*, 2011, 7 (5), DOI: 10.2202/1556-3758.2032.

**WPŁYW LIOFILIZACJI MLEKA LUDZKIEGO NA WYBRANE BIOLOGICZNIE AKTYWNE
SKŁADNIKI (WITAMINA C, KATALAZA, LIZOZYM), OGÓLNA ZDOLNOŚĆ
PRZECIWWUTLENIAJĄCĄ ORAZ UTLENIANIE LIPIDÓW**

S t r e s z c z e n i e

Mleko ludzkie zawiera znaczące ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, lizozymu, witaminy C oraz innych bioaktywnych składników. W niniejszej pracy zbadano wpływ procesu liofilizacji na zawartość przeciwutleniaczy (witamina C i katalaza CAT), związków bakteriobójczych (lizozym), całkowitą zdolności przeciwutleniającą (TAC) oraz na utlenianie lipidów mleka ludzkiego. Próbkę do badań stanowiło dojrzałe mleko ludzkie uzyskane od pięciu zdrowych kobiet, które urodziły o czasie i bez komplikacji. Suszenia sublimacyjne spowodowało usunięcie z mleka 88,2 % wody. Uzyskany liofilizat mleka ludzkiego łatwo rozpuszczał się w wodzie. Liofilizacja nie miała wpływu na zawartość pierwszorzędowych (nadtlenki lipidów LP) i drugorzędowych (substancje reagujące w kwasem tiobarbiturowym) produktów utleniania lipidów. Liofilizacja powodowała natomiast znaczący spadek zawartości witaminy C oraz TAC mleka (odpowiednio o 31 % i 16,5 %). Katalaza i lizozym okazały się enzymami odpornymi na suszenie sublimacyjne. Liofilizacja wywołała zmniejszenie zawartości lizozymu (o ok. 9 %) i aktywności katalazy (o ok. 11 %), zmiany te nie były jednak statystycznie istotne. Odwodnienie prowadzone w niskich temperaturach oraz rehydratacja liofilizatów mleka ludzkiego pozwala na zadowalającą retencję biologicznie aktywnych składników i zapobiegają utlenianiu lipidów mleka ludzkiego. Wyniki uzyskane

w niniejszej pracy wskazują, że liofilizacja może być brana pod uwagę jako metoda wydłużająca okres przydatności do spożycia mleka kobiecego.

Słowa kluczowe: mleko ludzkie, liofilizacja, witamina C, katalaza, lizozym, utlenianie lipidów ☒

**Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii
Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie**

Polskie Towarzystwo Technologów Żywności

Sekcja Młodej Kadry Naukowej Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności

Sekcja Chemii Żywności Polskiego Towarzystwa Chemicznego

zapraszają na

**XXIII Sesję Naukową Sekcji Młodej Kadry Naukowej
„Żywność – tradycja i nowoczesność”**

Lublin, 24 - 25 maja 2018 r.

Tematyka Sesji:

- Technologia i biotechnologia żywności
- Prozdrowotne cechy żywności
- Trendy w żywieniu człowieka
- Jakość i bezpieczeństwo żywności
- Inżynieria przetwórstwa żywności
- Żywność regionalna i tradycyjna

Informacje: www.mkn.ultra.edu.pl

Kontakt:

Sekretarz sesji: dr Urszula Złotek - tel. (81) 462 33 28

e-mail: smknlublin@up.lublin.pl

MILENA LIPIŃSKA, MARZENA TOMASZEWSKA,
DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA

ANALIZA SKALI MARNOTRAWSTWA ŻYWNOSCI I MOŻLIWOŚCI JEJ OGRANICZANIA NA ETAPIE TRANSPORTU PRODUKTÓW MLECZARSKICH Z WYKORZYSTANIEM METODY „MUDA”

Streszczenie

Strata, zwana także marnotrawstwem (w jęz. japońskim „muda”), definiowana jest jako aktywność pochłaniająca zasoby bez tworzenia wartości dla klienta. Straty zajmują wiele czasu w procesie produkcyjnym. W związku z tym należy szukać rozwiązań eliminujących marnotrawstwo, które nie przynosi zysków oraz skupić się na czynnościach dodających wartość.

Celem pracy była próba zastosowania klasyfikacji „muda” do analizy strat i marnotrawstwa produktów mleczarskich na etapie ich dystrybucji i transportu. Klasyfikacja „muda” wyróżnia osiem podstawowych kategorii (nadprodukcja, zapasy, braki, ruch, przetwarzanie, oczekiwanie, transport oraz niewykorzystanie potencjału ludzkiego), w kontekście których rozpatrzono problem marnotrawstwa procesów oraz zasobów. Opracowania dokonano na podstawie przeglądu dostępnej literatury z zakresu marnotrawstwa żywności na etapie transportu wyrobów mleczarskich.

Na podstawie analizy wykazano, że na etapie transportu produktów mleczarskich występują problemy ujęte we wszystkich kategoriach klasyfikacji „muda”. Mimo stosowania obowiązujących zasad podczas transportu produktów mleczarskich w pewnych obszarach nadal brakuje działań, które przyczynią się do zmniejszenia skali strat i marnotrawstwa żywności na tym etapie. Największa masa strat powstająca podczas transportu wyrobów mleczarskich związana jest z koniecznością zachowania łańcucha chłodniczego w czasie całego transportu, szczególnie produktów z krótkim terminem przydatności do spożycia. Przyczyną niedostarczenia produktów do odbiorcy w odpowiednim czasie z zachowaniem ciągłości łańcucha chłodniczego są uszkodzenia urządzeń chłodniczych oraz jednostek transportowych. Istotny czynnik przy powstawaniu strat stanowią także błędy popełniane przez ludzi od momentu załadunku do momentu wyładunku produktów u odbiorcy, które przyczyniają się do powstawania uszkodzeń mechanicznych opakowań. Odnalezienie i wyeliminowanie wszystkich strat klasyfikowanych według kategorii „muda” pozwoli na usprawnienie procesów oraz zmniejszenie ponoszonych niepotrzebnie kosztów na poszczególnych etapach transportu produktów mleczarskich.

*Mgr inż. M. Lipińska, dr inż. M. Tomaszewska, prof. dr hab. D. Kołożyn-Krajewska, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa.
Kontakt: milena_lipinska@o2.pl*

Słowa kluczowe: produkty mleczne, marnotrawstwo, transport, klasyfikacja „muda”

Wprowadzenie

Problem strat i marnotrawstwa jest jednym z elementów ograniczających możliwość wykorzystania żywności do zaspokojenia podstawowych potrzeb człowieka [1]. FAO definiuje marnotrawstwo żywności jako „żywność konsumpcyjną, z wyłączeniem części niejadalnych, która nie została spożyta przez człowieka oraz żywność przeznaczoną na cele nieżywnościowe” [4]. Beretta i wsp. [2] dokonali podziału marnotrawstwa żywności na trzy kategorie:

- do uniknięcia: pojęcie to odnosi się do produktów, których znacznie niższa jakość jest konsekwencją niewykorzystania ich w odpowiednim czasie lub przechowywania w niewłaściwych warunkach;
- możliwe do uniknięcia: dotyczy tych produktów, które w zależności od preferencji są zjadane tylko przez pewną grupę konsumentów, np. skórki jabłek, produkty z wadami wyglądu, w tym niekształtne warzywa (marchew) oraz te produkty, które konsumenci spożywają w zależności od sposobu ich przygotowania: skórki ziemniaka są zjadane wówczas, gdy jest on gotowany i podawany ze skórką;
- niemożliwe do uniknięcia: odnosi się do niejadalnych elementów np. gniazda nasienne, skórki niektórych owoców (banan), liście herbaty itp.

Problem marnotrawstwa żywności wiąże się z niepożądanymi skutkami. Z uwagi na skalę głodu i niedożywienia na świecie wyrzucanie żywności jest działaniem nieetycznym. Ponadto marnotrawstwo żywności ogranicza bezpieczeństwo żywnościowe w skali kraju, powoduje bezpowrotną utratę środków pieniężnych przeznaczonych na produkcję żywności, stanowi istotne zagrożenie dla środowiska naturalnego, powoduje nieracjonalne zużycie wody i innych zasobów naturalnych oraz marnotrawstwo energii skumulowanej w wyrzucanych produktach [6].

Golińska-Dawson i wsp. [5] przedstawiają bardziej szczegółową definicję marnotrawstwa według klasyfikacji „muda”, które odnosi się nie tylko do utraty masy żywności przeznaczonej do konsumpcji, ale także do procesów i zasobów wykorzystywanych do produkcji żywności. Strata, zwana także marnotrawstwem (w języku japońskim „muda”), definiowana jest jako aktywność, która pochłania zasoby, bez tworzenia wartości dla klienta wewnętrznego i zewnętrznego. Powstawanie strat powoduje utratę czasu w procesie produkcyjnym, w związku z czym należy szukać rozwiązań eliminujących marnotrawstwo, które nie przynosi zysków oraz skupić się na czynnościach dodających wartość. Wspomniana klasyfikacja „muda” wyróżnia osiem kategorii: nadprodukcję, zapasy, braki, ruch, przetwarzanie, oczekiwanie, transport oraz niewykorzystanie potencjału ludzkiego [12]. W koncepcji zrównoważonego roz-

woju wymienione kategorie analizuje się w trzech aspektach: społeczeństwa, ekonomii i środowiska [5].

Nadprodukcja jest to produkowanie szybciej i więcej niż jest to konieczne. Jest ona najniebezpieczniejszym marnotrawstwem i powstaje, gdy producent nie analizuje potrzeb rynkowych, co prowadzi do tego, że na półki sklepowe trafiają produkty, na które nie ma aktualnie zapotrzebowania. Nadmierne zapasy zajmują powierzchnie magazynowe, często wymagają tworzenia lub dzierżawy nowych powierzchni do składowania, sprzętu do operowania zapasami oraz obciążają pracowników. Braki i wadliwe wyroby są to produkty, które nie spełniają wymagań klientów, natomiast straty przy przetwarzaniu spowodowane mogą być zastosowaniem nieadekwatnych maszyn, nadmiernego ich przeciążenia oraz uszkodzenia. Nadmierna liczba kursów oraz nadmierne obciążenie środka transportu prowadzą do licznych wypadków, w wyniku których uszkodzeniu ulegają przewożone produkty. Straty powstające na skutek błędów ludzkich klasyfikowane są w postaci dwóch problemów: zbędnego ruchu pracowników oraz niewykorzystania potencjału pracowników. Problemy te można w pewnym stopniu wyeliminować poprzez prowadzenie szkoleń oraz obserwację pracy przez przełożonych. Ostatnim elementem klasyfikacji „muda” jest oczekiwanie, które odnosi się do sytuacji, gdy pracownik nie wykonuje żadnych czynności z zakresu powierzonych mu obowiązków.

Celem pracy była próba zastosowania metody „muda” do analizy strat i marnotrawstwa produktów mleczarskich na etapie ich dystrybucji i transportu. Opracowania dokonano na podstawie przeglądu dostępnej literatury z zakresu marnotrawstwa żywności na etapie transportu wyrobów mleczarskich.

Identyfikacja marnotrawstwa w klasyfikacji „muda” na przykładzie transportu wyrobów mleczarskich

Pierwszą kategorią marnotrawstwa wyodrębnioną przez twórców koncepcji „muda” jest nadprodukcja. Biorąc pod uwagę aspekty ekonomiczne: nadprodukcja wiąże się z nadmiernym kupowaniem surowców, które stanowią zamrożony kapitał firmy oraz powstawaniem innych kategorii „muda”, np. nadmierne zapasy, których utrzymywanie generuje dodatkowe koszty. W przypadku produkcji wyrobów mleczarskich są to głównie surowce, które wymagają chłodniczego magazynowania. Ponadto nadprodukcja prowadzi do przeciążenia maszyn, które w konsekwencji wymagają częstszych napraw lub wymiany, pracownicy są przemęczeni i oczekują zwiększenia wynagrodzeń. Nadmierna produkcja to również niekorzystny wpływ na środowisko poprzez zwiększoną ilość odpadów, wzrost zanieczyszczenia środowiska oraz zwiększone zużycie energii i zasobów naturalnych [5].

Nadprodukcja jest bezpośrednio związana z kolejną kategorią „muda”, tj. z nadmiernymi zapasami, które mogą występować na każdym etapie produkcji. W czasie

długotrwałego magazynowania produktów mleczarskich może dochodzić do zepsucia, kradzieży lub obniżenia jakości produktów. Ponadto wzrastają koszty związane z utylizacją (np. produktów przeterminowanych) oraz dochodzi do tzw. zamrożenia kapitału w zapasach [5]. Precyzyjnie prowadzone procesy planowania i realizacji zamówień pozwalają na wyeliminowanie problemu nadprodukcji, unikanie konieczności długotrwałego i kosztownego magazynowania oraz zbędnej pracy sprzętu czy też ludzi. Utrzymywanie dużych zapasów produktów, zwłaszcza produktów mleczarskich, jest działaniem niekorzystnym, gdyż duża część tego asortymentu ma krótki termin przydatności do spożycia, zatem czas na dostarczenie ich do odbiorcy jest ograniczony. Działaniem mającym na celu minimalizowanie powstawania nadmiernych zapasów jest produkowanie ilości produktów mleczarskich, na które istnieje realne zapotrzebowanie. Pozwala to na racjonalne gospodarowanie wyrobami i unikanie problemu zbliżających się terminów przydatności do spożycia. Lipińska i wsp. [9] wykazali, że krótkie terminy przydatności do spożycia produktów mleczarskich stanowiły istotny czynnik wykluczający towar z dalszego obrotu na etapie transportu. Wykazano, że na przestrzeni dwóch lat zwroty z tytułu zbyt krótkiego terminu przydatności do spożycia stanowiły 0,4 % wszystkich zwrotów. Było to związane z niewłaściwym zarządzaniem produktem, w wyniku którego powstawał problem zbyt krótkiego czasu na dostarczenie towaru na półki sklepowe. Odbiorcy odmawiają przyjmowania takich produktów, gdyż klienci w pierwszej kolejności zwracają uwagę na termin przydatności do spożycia, następnie datę produkcji oraz skład produktu [7]. Ze względu na krótki termin przydatności do spożycia produkty mleczarskie charakteryzuje duża rotacja, w związku z czym nie występuje problem nadmiernego gromadzenia zapasów. Często praktykowanym działaniem w różnych zakładach jest sprzedaż produktów o kończącym się terminie przydatności do spożycia pracownikom lub w sklepach firmowych.

Braki i wadliwe wyroby powodują utratę reputacji oraz pochłaniają środki na ich zakup. Wymagają ponownego przetworzenia, utylizacji lub obsługi reklamacji, czasem mogą prowadzić do obciążeń karami finansowymi bądź utraty kontrahentów. Ze względu na aspekt środowiskowy do otoczenia trafia nadmierna ilość trudnych do przetworzenia odpadów [5]. Badania przeprowadzone w wybranych dwóch spółdzielniach mleczarskich z Wielkopolski wskazały, że najczęstszą przyczyną braków na etapie transportu były uszkodzenia mechaniczne. W wyniku tego typu uszkodzeń w ciągu jednego roku w badanych jednostkach odmówiono przyjęcia 1930 kg produktów mleczarskich. Jako główne rodzaje uszkodzeń zdefiniowano zewnętrzną deformację opakowania oraz uszkodzenia powodujące przerwanie bariery ochronnej opakowania [11]. Analiza rodzaju tworzyw wykorzystywanych do pakowania produktów mleczarskich umożliwia stwierdzenie, że charakteryzuje je wysoka podatność na uszkodzenia w czasie transportu. Przykładem mogą być opakowania kartonowe, które łatwo ulegają zgnieceniom, zwłaszcza w dolnych warstwach palety, oraz w czasie ko-

lizji na skutek przesunięcia lub przewrócenia palety. Alternatywą dla tego rodzaju opakowań mogą być butelki, gdyż jak podkreśla Robertson [10], w przypadku butelki PET ten rodzaj uszkodzeń występuje rzadziej niż w przypadku opakowania kartonowego. W celu znacznego ograniczenia opisanego zjawiska należy równo układać produkty na palecie, zabezpieczyć je folią oraz uważnie prowadzić procesy załadunku i wyładunku [3].

Wrzosek i wsp., [13] zwracają także uwagę na opakowania takich produktów, jak: serki, kefiry i maślanki, czyli pakowane w kubki z aluminiowym wieczkiem, którego delikatność ma duże znaczenie przy licznych uszkodzeniach. Wszystkie błędy i wady jakościowe produktów na etapie transportu warunkowane są nieodpowiednią organizacją pracy, nieodpowiednim przeszkoleniem personelu czy też nieuwagą lub brakiem kwalifikacji kierowców i osób obsługujących wózki widłowe podczas załadunku i rozładunku.

Straty przy przetwarzaniu, w przypadku transportu mleczarskich wyrobów gotowych, powstają na skutek awarii jednostek transportowych lub urządzeń chłodniczych. Prowadzić to może do frustracji pracowników, wypadków oraz wzrostu kosztów napraw [5]. W czasie transportu istnieje możliwość występowania zepsutych/uszkodzonych produktów, jednak powstają one wyłącznie na skutek błędów pracowników lub zdarzeń losowych (wypadków, kolizji, uszkodzeń urządzeń). W przypadku przewozu produktów mleczarskich niezmiernie ważne jest zachowanie odpowiedniej temperatury w czasie załadunku, transportowania oraz rozładunku towarów. Niedotrzymanie warunków chłodniczych generuje straty, dlatego należy skupić na tym elemencie szczególną uwagę. Powszechnie wykorzystywanym narzędziem do pomiaru temperatury są rejestratory elektroniczne, które dokonują pomiarów co 15 – 30 min oraz mogą monitorować czas otwarcia drzwi. Udogodnieniem przy zastosowaniu tego typu rejestratorów jest możliwość wygenerowania wydruków temperaturowych z całego czasu trwania transportu. Bardzo ważna w tym zakresie jest także kontrola temperatury po dostarczeniu towaru do odbiorcy, która obejmuje sprawdzenie temperatury produktów oraz panującej wewnątrz przestrzeni ładunkowej pojazdu. Zdarzają się także sytuacje losowe, które mogą spowodować uszkodzenie urządzeń chłodniczych. W sytuacji wypadku czy kolizji, na skutek czego dochodzi do uszkodzeń agregatu lub problemów z utrzymaniem temperatury chłodniczej, stosowana jest praktyka przeładunku transportowanego towaru w celu uniknięcia strat [8].

Transport jest niezbędnym elementem w zapewnianiu klientom dostępności oferowanych produktów, jednak zbędne przenoszenie materiałów, części i produktów pomiędzy procesami nie powoduje wzrostu wartości dodanej. Zbędny oraz złożony przepływ rzeczy powoduje stratę czasu i powierzchni produkcyjnej. Źle zaplanowany transport zewnętrzny zwiększa ryzyko wystąpienia wypadków przy pracy oraz wpływa na zwiększenie uszkodzeń produktu przy przeładunkach i samym przemieszczaniu

towaru. W związku z powyższym wzrastają koszty związane z transportem, tj. koszty paliwa i napraw oraz zwiększa się negatywny wpływ na środowisko (spaliny, energia, akumulatory – odpady niebezpieczne) [5]. Odpowiednio zorganizowana strefa załadunku i rozładunku w zakładach przetwórstwa mlecznego pozwala osobom odpowiedzialnym za te czynności przeprowadzać prace szybko i sprawnie. Zachowanie funkcjonalności w tych strefach usprawnia samą pracę manipulacyjną wózkami widłowymi oraz wpływa korzystnie na produkt, ponieważ nie dochodzi do zmian temperatury produktu na skutek długo prowadzonych załadunków i wyładunków.

W badaniach własnych Lipińska i wsp. [9] stwierdziły, że w 2014 r., w analizowanej spółdzielni mleczarskiej miały miejsce trzy kolizje, co stanowiło 0,03 % kursów realizowanych rocznie. W ich wyniku zostało uszkodzonych 60 120 sztuk opakowań mleka UHT. Zdarzenia te spowodowały konieczność poniesienia dodatkowego kosztu utylizacji uszkodzonych produktów i napraw środków transportu. Ponadto powstał problem zastąpienia uszkodzonych jednostek transportowych innymi samochodami, gdyż terminowe dostarczanie produktów jest priorytetem dla badanej jednostki.

W klasyfikacji „muda” przedstawia się problemy pracownicze w postaci dwóch kategorii. Jedną z nich jest zbędny ruch pracowników, który nie ma wartości dodanej, nadmierne ich obciąża, co zwiększa ryzyko wypadków, chorób czy konfliktów między pracownikami. Może to doprowadzić do konieczności zwiększenia zatrudnienia, a w konsekwencji wzrostu kosztów. Drugą kategorią jest niewykorzystanie potencjału pracowników. Problem ten może doprowadzić wśród pracowników do takich stanów, jak: brak motywacji, przemęczenie, znużenie, a nawet obniżenie opinii o pracodawcy [5].

Lipińska i wsp. [9] wykazali, że istotnym problemem z tej kategorii są liczne obowiązki kierowców związane z transportem mleczarskich wyrobów gotowych, które powodują pośpiech pracowników, co może prowadzić do powstawania strat produktów w czasie ich transportu. Wszyscy kierowcy odpowiedzialni byli za przemieszczanie ładunku środkiem transportu. W wielu jednostkach transportowych odpowiedzialność kierowców była poszerzona o zadania: załadunek do środka transportu (76 % wskazań), wyładunek towaru u odbiorcy (70 % wskazań), pobieranie towaru z miejsca składowania (63 % wskazań), przygotowanie jednostek ładunkowych (48 % wskazań), dostarczenie do strefy kompletacji (28 % wskazań) oraz przemieszczanie do miejsca składowania u odbiorcy (26 % wskazań).

Ostatnim elementem w klasyfikacji „muda” jest oczekiwanie, czyli moment między zakończeniem jednego procesu a rozpoczęciem kolejnego. Oczekiwanie powoduje straty związane z niewykorzystaniem potencjału pracowników i maszyn, marnotrawieniem czasu oraz niedotrzymywaniem terminów [5]. Problemy pracownicze i straty związane z uszkodzeniem maszyn (w przypadku transportu wyrobów gotowych dotyczy to samochodów oraz agregatów) zostały omówione powyżej. Istotny problem

Tabela 1. Problem marnotrawstwa w kategorii „muda” na przykładzie transportu produktów mleczarskich

Table 1. Issue of waste in "muda" category exemplified by transport of dairy products

Kategoria w klasyfikacji „muda” Category in classification „muda”	Sytuacja w spółdzielni mleczarskiej na przykładzie transportu produktów mleczarskich Situation in dairy cooperative exemplified by transport of dairy products	
	Zdefiniowane problemy / Problems defined	Stosowane rozwiązania Solutions used
Nadprodukcja i nadmierne zapasy Overproduction and excessive stocks	Odmowa przyjęcia przez odbiorcę towarów o bliskim terminie przydatności do spożycia Recipient refuses to accept goods with close expiry date	Dokładne prowadzenie procesów przyjmowania zamówień. Dowóz ilości, na które istnieje realne zapotrzebowanie. Terminowe dostarczanie zamawianych ilości. Sprzedaż pracownikom oraz w sklepach firmowych. Precisely handling order acceptance processes. Delivery of quantities that are really demanded. Timely delivery of ordered quantities. Sales to employees and in company stores.
Braki, wadliwe wyroby Shortages, defective products	Uszkodzenia mechaniczne produktów Mechanical damage to products	Brak / None
Straty przy przetwarzaniu, transport Losses during processing, transport	Wypadki, kolizje, uszkodzenia maszyn i opakowań produktów. Problemy z utrzymaniem chłodniczej temperatury w czasie transportu Accidents, collisions, damage to machinery and packaging products. Problems with maintaining cooling temperature during transport	Sprawnie prowadzone procesy załadunku i wyładunku towarów. Przeładunek nieuszkodzonego towaru na inny samochód i dalszy jego przewóz. Efficiently conducted processes of loading and unloading goods. Trans-shipment of undamaged goods to another car and its further transport
Zbędny ruch pracowników, niewykorzystanie potencjału pracowników Unnecessary movement of staff, untapped potential of employees	Liczne obowiązki pracowników (często zbyt liczne, co powoduje kolejny problem: pośpiech pracowników przyczynia się do powstawania strat) Numerous employee duties (often too numerous, and this causes another problem: staff works under time pressure and this contributes to losses)	Brak / None
Oczekiwanie Waiting	Niezachowanie odpowiedniej temperatury w przestrzeni ładunkowej na skutek częstego otwierania drzwi Proper temperature is not maintained in cargo space because door is frequently opened	Brak / None

Źródło: opracowanie własne / Source: the authors' own study

w spółdzielniach mleczarskich stanowią zmiany temperatury w przestrzeni załadunkowej jednostek transportujących wyroby gotowe. Jak wskazuje Żarnecka [14], obowiązkiem pracownika jest zapewnienie ciągłości odpowiedniej temperatury w czasie transportu. Dopuszcza się jedynie krótkotrwale przerwanie łańcucha chłodniczego wyłącznie w czasie przygotowywania towaru, jego załadunku bądź wyładunku oraz wystawiania na sprzedaż. Szczególne znaczenie ma transport artykułów mleczarskich nietrwałych w porze letniej. Nieprzestrzeganie odpowiednich procedur może doprowadzić do wzrostu temperatury wewnątrz przestrzeni ładunkowej środka transportu, co powoduje wzrost temperatury samego produktu [8].

Na podstawie przeprowadzonej analizy marnotrawstwa produktów mleczarskich według klasyfikacji „muda” można stwierdzić, że w badanej jednostce transportowej istnieje kilka obszarów, w których występuje omawiany problem, co przedstawiono w tab. 1.

Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy wynika, że najczęściej występującymi problemami są uszkodzenia opakowań oraz krótkie terminy przydatności produktów do spożycia. Powoduje to wyeliminowanie partii towarów z dalszego obrotu oraz generuje dodatkowe koszty. Kolejnym istotnym elementem przyczyniającym się do marnotrawstwa na etapie transportu wyrobów gotowych są uszkodzenia urządzeń chłodniczych. Długotrwale przewożenie towarów w nieodpowiedniej temperaturze powoduje zepsucie produktów, które ostatecznie muszą być zutylizowane. Na omawianym etapie zidentyfikowano problemy marnotrawstwa definiowane według klasyfikacji „muda”, lecz brakuje skutecznie prowadzonych działań mających na celu ich eliminację. W związku z tym, w badanej jednostce istnieje potrzeba udoskonalenia niektórych procesów oraz przeprowadzenia np. dodatkowych szkoleń pracowniczych, gdyż czynnik ludzki ma istotne znaczenie w powstawaniu strat.

Literatura

- [1] Barłowska J., Florek M., Litwińczuk Z.: Produkcja żywności ilość czy jakość? Cz. I. Przem. Spoż., 2016, 2 (70), 8-12.
- [2] Beretta C., Stoessel F., Baier U., Hellweg S.: Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Management*, 2013, 33, 764-773.
- [3] Bomba I.: Algorytm projektowania jednostki paletowej. *Logistyka*, 2011, 3, 207-213.
- [4] FAO: Global food losses and food waste. 2011. [on-line]. Dostęp w Internecie [28.09.2016]: www.fao.org
- [5] Golińska-Dawson P., Kosacka M., Werner-Lewandowska K.: Gdzie i jak usprawniać procesy? – Identyfikacja potencjałów optymalizacyjnych przez analizę marnotrawstw (muda) w perspektywie zrównoważonego wykorzystania zasobów. *Logistyka*, 2015, 2, 167-178.
- [6] Krajewski K., Lipińska M., Wrzosek M., Bilska B., Kołożyn-Krajewska D.: Food waste – four dimensions of security: Economic, social, energy and environmental. *Intercathedra*, 2016, 32 (2), 47-53.

- [7] Krasnowska G., Salejda A.: Ocena wiedzy konsumentów na temat znakowania żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 1 (74), 173-189.
- [8] Lipińska M., Tomaszewska M.: Skala i przyczyny strat mleka i produktów mleczarskich w transporcie. W: *Model ograniczania strat i marnowania żywności z korzyścią dla społeczeństwa (MOST)*. Red. B. Bilka i D. Kołożyn-Krajewska. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2016, ss. 38-46.
- [9] Lipińska M., Tomaszewska M., Kołożyn-Krajewska D.: Problem strat w łańcuchu żywnościowym na przykładzie transportu wyrobów mleczarskich. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2016, 584, 61-70.
- [10] Robertson G.L.: *Food Packaging: Principles and practice*. 3rd ed. CRC Press, Boca Raton 2013.
- [11] Tomaszewska M., Lipińska M., Kołożyn-Krajewska D., Grodzicki A.: Analiza strat na etapie transportu mleka i jego przetworów w wybranych spółdzielniach mleczarskich z Wielkopolski. *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczn. Nauk.*, 2016, XVIII (3), 352-357.
- [12] Wahab A.N.A., Mukhtar M., Sulaiman R.: A conceptual model of lean manufacturing dimensions. *Procedia Technology*, 2013, 11, 1292-1298.
- [13] Wrzosek M., Bilka B., Kołożyn-Krajewska D., Krajewski K.: Określenie skali i przyczyn strat żywności w handlu detalicznym na przykładzie mleka i jego przetworów. *Żywność Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, 2 (93), 225-238.
- [14] Żarnecka M.: Przechowywanie mleka i produktów mleczarskich. *Przegl. Mlecz.*, 2015, 7, 3-5.

ANALYSIS OF MAGNITUDE OF FOOD WASTE AND POSSIBILITY TO REDUCE IT USING "MUDA" METHOD AT THE STAGE OF TRANSPORTING DAIRY PRODUCTS

S u m m a r y

Loss, also called waste (in Japanese "muda"), is defined as the activity that consumes resources without creating any value for customers. Losses take up a lot of time during the production process. Therefore, solutions should be sought to eliminate wastage that does not bring profits, and to focus on the value added activities.

The objective of the study was an attempt to apply the "muda" classification to analyse the losses and waste in dairy products at the stage of their distribution and transportation. The "muda" classification comprises eight basic categories (overproduction, stocks, shortages, traffic, processing, waiting, transport, and unused human potential). The issue of waste in processes and resources was approached and studied in the context of those categories. The study was performed on the basis of a review of reference literature available dealing with food waste at the stage of transporting dairy products.

Based on the analysis, it was shown that during the transportation of dairy products, the problems that occurred were included in all the categories of the "muda" classification. Although the rules obligatory for the transportation of dairy products have been applied, there are still some shortcomings in specific areas that could contribute to reducing the magnitude of food waste and losses at this stage. During the transportation of dairy products, the highest loss that occurs is attributed to the indispensability of maintaining the refrigerated chain throughout the entire transport, in particular in the case of the products with a short shelf life. Breakages in the cooling equipment and transportation units are the reason why products are not delivered to the customer in due time with the continuity of the refrigeration chain ensured. Another significant losses-generating factor are mistakes made by people from the moment of loading to the moment of unloading the products at the customer's; they contribute to mechanical damage of the packaging. Finding and eliminating all the losses classified according to the "muda" category will make it possible to streamline the processes and to reduce unnecessary costs incurred at individual stages of transporting dairy products.

Key words: dairy products, wastage, transport, "muda" classification ☒

AGNIESZKA KAWECKA, AGNIESZKA CHOLEWA-WÓJCIK

JAKOŚĆ OPAKOWANIA JAKO DETERMINANTA BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOSCI W KONTEKŚCIE WYMAGAŃ SPOŁECZNYCH KONSUMENTÓW

Streszczenie

Trendy konsumpcyjne odnoszące się do jakości produktów spożywczych i opakowań są ściśle związane z wymaganiami, jakie względem nich zgłaszają konsumenci. Wymagania społeczne konsumentów w odniesieniu do opakowań można pogrupować w podstawowe obszary, do których należą: bezpieczeństwo, przedłużenie trwałości produktu poprzez właściwy dobór opakowania, komunikacja z konsumentem, wygoda i funkcjonalność oraz ograniczenie negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne. Bezpieczeństwo stanowi jedną z podstawowych potrzeb człowieka, która powinna być zaspokajana także przez opakowania. Opakowania bezpieczne powinny charakteryzować się przede wszystkim odpowiednim stanem sanitarno-higienicznym, niestanowiącym zagrożenia dla zapakowanego produktu spożywczego, ale też powinny zapewniać bezpieczne użytkowanie opakowania. Opakowania muszą się ponadto charakteryzować stabilnymi parametrami użytkowymi o określonej wartości, gdyż od nich zależy ochrona zapakowanych towarów.

Celem niniejszej pracy było określenie wymagań społecznych konsumentów w odniesieniu do bezpieczeństwa zapakowanej żywności jako czynnika w istotny sposób wpływającego na jakość opakowań.

Przedstawione wyniki badań dotyczące analizy potrzeb i wymagań stawianych opakowaniom do żywności pozwoliły na określenie hierarchii ważności wymagań społecznych konsumentów względem opakowań do żywności. Wykazano, że dla 90 % konsumentów bezpieczeństwo jest najważniejszym z wymagań społecznych stawianych opakowaniom. Do grup cech bardzo ważnych 75 % konsumentów zaliczyło bezpieczeństwo użytkowania. Zachowanie ilości i jakości zawartości podczas przechowywania i użytkowania, obecność zabezpieczeń przed niepożądanym otwarciem oraz obecność informacji wpływających na bezpieczeństwo użytkownika są dla 83 % konsumentów cechami ważnymi. Z kolei 60 % konsumentów przypisało średnią ważność cechom, takim jak: obecność zabezpieczeń gwarantujących pierwsze użycie oraz bezpieczeństwo przy manipulacjach. Natomiast dla 54 % respondentów najmniej istotna ze wszystkich analizowanych cech opakowań była cecha związana z odpornością opakowania na czynniki mikroklimatyczne, biotyczne i mechaniczne.

*Dr inż. A. Kawecka, dr inż. A. Cholewa-Wójcik, Katedra Opakownictwa Towarów, Wydz. Towaroznawstwa, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, ul. Rakowicka 27, 31-510 Kraków.
Kontakt: agnieszka.kawecka@uek.krakow.pl*

Słowa kluczowe: jakość opakowań, bezpieczeństwo żywności, wymagania społeczne konsumentów, opakowania do żywności

Wprowadzenie

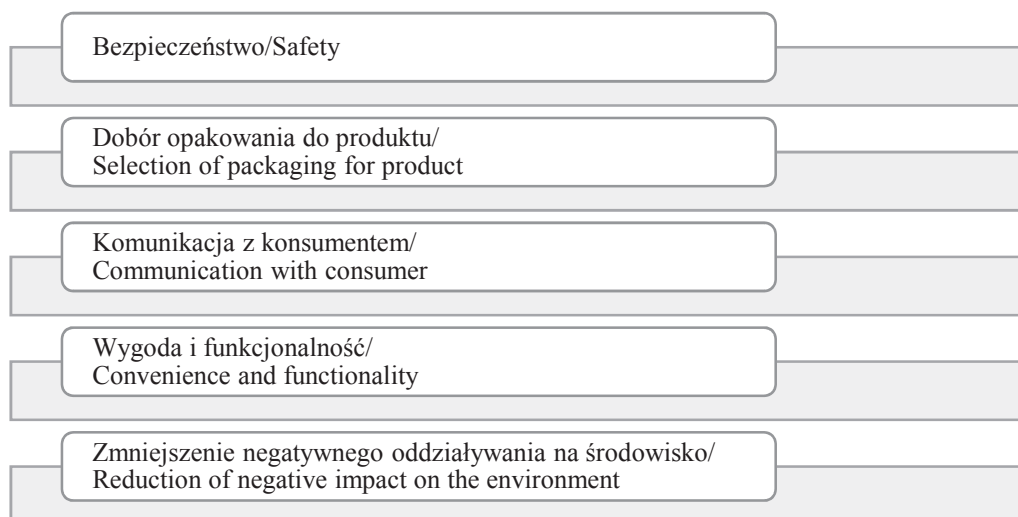
Współczesny, świadomy konsument ma sprecyzowane oczekiwania względem jakości produktów spożywczych i ich opakowań. Oczekiwania te wynikają z trendów rynkowych, które w sposób istotny oddziałują na rynek dóbr konsumpcyjny, a przez to na oferowane towary. Wyrazem tego są zmiany struktury konsumpcji i wzrost zapotrzebowania na produkty spożywcze oraz ich opakowania, które będą w wysokim stopniu dostosowane do wymagań konsumentów. Taka sytuacja rynkowa wymusza na producentach opakowań adaptację do zmieniających się warunków otoczenia. Ze względu na rosnącą świadomość konsumentów dotyczącą istnienia zagrożeń związanych z żywnością, do których zaliczyć można m.in. zafałszowania żywności, bioteroryzm itp., zapewnienie bezpieczeństwa zapakowanej żywności jest priorytetowym działaniem wszystkich podmiotów łańcucha żywnościowego.

Celem pracy było określenie wymagań społecznych konsumentów w odniesieniu do bezpieczeństwa zapakowanej żywności jako determinanty jakości opakowań.

Wymagania społeczne konsumentów względem opakowań żywności

Problem oczekiwań konsumentów względem opakowań żywności występujących w ofercie rynkowej był przedmiotem licznych badań [2, 3, 6 - 8, 10, 15, 18 - 20, 22, 23]. W pracach tych brakuje jednak informacji dotyczących analizy stopnia zaspokojenia wymagań społecznych konsumentów przez opakowania żywności. Ponadto w literaturze przedmiotu nie występuje definicja wymagań społecznych w odniesieniu do opakowań. Na podstawie definicji wymagań pochodzącej ze Słownika języka polskiego [16] zaproponowano własną definicję terminu wymagań społecznych wobec opakowań. Zdefiniowano je jako: warunek lub zespół warunków, które musi spełniać opakowanie, aby odpowiadać cechom fizycznym i psychicznym człowieka.

Mając na uwadze podstawy opakowalnictwa oraz koncepcję zaproponowaną przez Bix i wsp. [1], zgodnie z którą społeczne wymagania są ściśle skorelowane z potrzebami konsumentów dotyczącymi opakowań, podjęto próbę zestawienia wymagań społecznych współczesnego konsumenta względem opakowań do żywności [1]. Należą do nich: bezpieczeństwo, przedłużanie trwałości produktu poprzez właściwy dobór opakowania, komunikacja z konsumentem, wygoda i funkcjonalność oraz ograniczenie negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne (rys. 1).



Rys. 1. Wymagania społeczne konsumentów w odniesieniu do opakowań

Fig. 1. Social requirements of consumers on packaging

Źródło: opracowanie własne / Source: the authors' own study

Uwzględnienie wymagań konsumenta wymusza wprowadzanie na rynek opakowań, w których nie występuje niepożądana interakcja pomiędzy opakowaniem i produktem oraz zachowana jest właściwa ilość i jakość zawartości opakowania. Opakowania uwzględniające wymagania konsumenta to również takie, które gwarantują bezpieczeństwo, właściwą komunikację oraz spełnienie wymagań prawnych [5, 11]. W zakresie opakowań do żywności najistotniejsze są wymagania społeczne związane z bezpieczeństwem i odpowiednim doбором opakowania do produktu warunkującym przedłużenie trwałości żywności [3, 9, 12, 21].

Bezpieczeństwo stosowania opakowań do żywności

Potrzeba poczucia bezpieczeństwa, jako jedna z podstawowych potrzeb człowieka, powinna być zaspokajana także przez opakowania. Zgodnie z definicją zaproponowaną przez Lisińską-Kuśnierz [11], bezpieczne opakowanie to „opakowanie, które w zwykłych lub innych, dających się w sposób uzasadniony przewidzieć, warunkach jego użytkowania, z uwzględnieniem czasu korzystania z opakowania, a także w zależności od rodzaju opakowania oraz od rodzaju pakowanego produktu, nie stwarza żadnego zagrożenia dla konsumenta lub stwarza znikome zagrożenie dające się pogodzić z jego zwykłym użytkowaniem i uwzględniające wysoki poziom wymagań dotyczących ochrony zdrowia i życia ludzi”.

Bezpieczeństwo opakowań charakteryzowane jest przez atrybuty techniczne materiałów opakowaniowych, opakowań jednostkowych, opakowań zbiorczych oraz dokumentów towarzyszących przepływowi w łańcuchu dostaw, a także atrybuty systemowe. Wśród technicznych atrybutów bezpieczeństwa dotyczących materiałów opakowaniowych i opakowań jednostkowych wyróżnia się: odpowiedni skład chemiczny, zachowanie limitów migracji globalnej i specyficznej, zachowanie dopuszczalnego poziomu zanieczyszczenia powierzchni mikroorganizmami, brak ciał obcych, odpowiednie cechy sensoryczne oraz właściwy stan opakowania jednostkowego. Z kolei atrybuty systemowe związane są z uwarunkowaniami minimalizacji występowania zagrożeń bezpieczeństwa w łańcuchu dostaw opakowań [14]. Bezpieczeństwo opakowań należy więc rozumieć w szerokim zakresie, w obrębie którego można wydzielić dwa podstawowe obszary:

- bezpieczeństwo higieniczno-sanitarne,
- bezpieczeństwo użytkowania.

Bezpieczeństwo higieniczno-sanitarne dotyczy przede wszystkim odpowiedniego składu surowcowego materiału opakowaniowego, w szczególności stosowania do produkcji jedynie prawnie dopuszczonych surowców i substancji. Ściśle związane jest także z transferem substancji z materiału opakowaniowego do zapakowanej żywności, czyli z migracją, która powinna być na minimalnym poziomie i nie powinna powodować zmian w składzie żywności. Ponadto uwzględniać należy cechy sensoryczne materiałów opakowaniowych i opakowań tak, aby nie prowadziły one do zmian cech sensorycznych opakowanego produktu. Bezpieczeństwo higieniczne dotyczy również odpowiedniego stanu mikrobiologicznego opakowań, które mogą być źródłem zanieczyszczenia mikrobiologicznego zapakowanych towarów. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa opakowań przeznaczonych do kontaktu z żywnością są uregulowane w aktach prawnych. Podstawowe wymagania odnoszące się do materiałów wchodzących w kontakt z żywnością zawarto w Rozporządzeniu (WE) nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 października 2004 r. w sprawie *materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością*, natomiast uregulowania dotyczące materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych – w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 10/2011 z dnia 14 stycznia 2011 r. w sprawie *materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością*.

Bezpieczeństwo użytkowania warunkowane jest z kolei brakiem wad o krytycznym znaczeniu dla bezpieczeństwa użytkowania i brakiem manipulacji opakowaniem. Zagrożenie bezpieczeństwa mogą u konsumenta powodować: niewłaściwa konstrukcja opakowania (np. ostre elementy zamknięcia, brak stabilności opakowania podczas użytkowania), trudność otwarcia i ponownego zamknięcia, niewłaściwe zabezpieczenie przed niepożądanym otwarciem przez dzieci, wady powierzchni mogące spowodować skaleczenie podczas użytkowania, brak elementów identyfikujących zawartość

oraz brak na opakowaniu informacji związanych z bezpieczeństwem użytkowania produktu (termin przydatności do spożycia, skład, a przede wszystkim informacja o obecności alergenów, sposób przygotowania żywności, warunki przechowywania oraz różnego typu ostrzeżenia). Wymagania w zakresie przekazywania tego typu informacji zawarte są w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności.

Zagrożenie dla bezpieczeństwa żywności może być również związane z brakiem gwarancji nienaruszalności opakowania oraz oryginalności zapakowanego produktu. Coraz szersze zastosowanie znajdują zatem zabezpieczenia w postaci tzw. gwarancji pierwszego otwarcia. Celem ich stosowania jest dostarczenie konsumentom dowodu, że opakowanie nie zostało naruszone, a zapakowany produkt jest oryginalny [11].

Bezpieczeństwo jest dla konsumentów priorytetowym wymaganiem stawianym żywności i jej opakowaniom. Jednocześnie bezpieczeństwo opakowań stanowi jeden z podstawowych mierników ich jakości.

Jakość opakowań jako element zapewnienia ochrony zapakowanego produktu spożywczego

Jakość wyrobów, w tym opakowań, zgodnie z normą PN-EN ISO 9000:2015-10 [16] definiowana jest jako: „stopień, w jakim zbiór inherentnych właściwości obiektu spełnia wymagania” [16]. Jakość opakowań warunkowana jest przez takie czynniki jak: jakość surowca do produkcji materiału opakowaniowego, właściwe prowadzenie procesu produkcji, odpowiednie warunki podczas przechowywania, transportu i dystrybucji w przedsiębiorstwach. Jakość opakowań można rozumieć jako niezbędne cechy i właściwości techniczne charakteryzujące jego wartość użytkową (m.in. barierowość materiału opakowaniowego, wytrzymałość mechaniczna i szczelność opakowania). Z drugiej strony jakość opakowań można analizować ze względu na wymagania społeczne użytkowników, które są ściśle związane z trendami społecznymi wpływającymi na konsumpcję. Zapewnienie wysokiej jakości opakowania wymaga uwzględnienia zarówno spełnienia wymagań technicznych, jak i wymagań użytkownika.

Opakowania do żywności powinny mieć odpowiednią wartość użytkową rozumianą jako stopień, w jakim zbiór właściwości opakowania spełnia wymagania związane z jego użytkowaniem. Biorąc za kryterium podziału użyteczność wyrobów (w tym opakowań) spośród właściwości charakteryzujących wartość użytkową należy wymienić m.in. cechy techniczne związane z właściwościami wyrobu (użytkowe) oraz związane z dyspozycyjnością (np. niezawodność). W przypadku opakowań duże znaczenie mają ich cechy techniczne. Opakowania muszą się bowiem charakteryzować stabilnymi parametrami użytkowymi o określonej wartości, gdyż przede wszystkim od

nich zależy ochrona jakości zapakowanych towarów. Problem ten nabiera szczególnego znaczenia w przypadku produktów spożywczych, dla których niezwykle istotne jest zabezpieczenie przed różnego rodzaju zagrożeniami pojawiającymi się podczas przechowywania i użytkowania oraz zabezpieczenie przed zanieczyszczeniem mikrobiologicznym. Ochrona zapakowanego produktu powinna w szczególności obejmować zabezpieczenie przed [3]:

- niszczącym działaniem przede wszystkim czynników klimatycznych, biotycznych i mechanicznych,
- ubytkami ilościowymi,
- zmianami kształtu, konsystencji, smakowości,
- zmianami lub utratą cech użytkowych produktu.

Zachowanie właściwej ilości i jakości zawartości jest możliwe poprzez właściwy dobór materiału opakowaniowego, rodzaju opakowania oraz systemu pakowania do konkretnego rodzaju produktu spożywczego. Trwałość żywności można przedłużyć przez pakowanie jej w modyfikowanej atmosferze (MAP) oraz stosowanie opakowań aktywnych. Zadaniem tych rozwiązań jest przedłużenie okresu przydatności żywności do sprzedaży i spożycia lub poprawa stanu opakowanej żywności [21].

Ocena wartości użytkowej w aspekcie cech związanych z dyspozycyjnością opakowań może natomiast przebiegać na podstawie analizy ich niezawodności, rozumianej jako zdolność do spełnienia stawianych im wymagań w określonym czasie i określonych warunkach.

Podczas analizy jakości opakowań z uwzględnieniem wymagań społecznych skorelowanych z trendami konsumpcyjnymi należy zwrócić uwagę na coraz większe znaczenie wygody użytkowania opakowań, także w różnych warunkach użytkowania czy zapewnienie ochrony produktu w różnych warunkach przechowywania. Opakowanie powinno być dobrane w taki sposób, aby korzystnie oddziaływało na zapakowaną żywność w całym łańcuchu logistycznym. Stosowanie opakowań właściwej jakości jest nie tylko działaniem mającym na celu spełnienie potrzeb i oczekiwań konsumentów, lecz także stanowi rozwiązanie problemu marnotrawstwa żywności jako powszechnego zjawiska występującego na wszystkich etapach łańcucha żywnościowego [4].

Metody badań

W celu przeprowadzenia analizy wymagań społecznych konsumentów w odniesieniu do bezpieczeństwa zapakowanej żywności jako determinanty jakości opakowań przeprowadzono badania ankietowe. Zakres badań obejmował:

- określenie ważności wymagań społecznych konsumentów względem opakowań do żywności,

- wskazanie cech i elementów opakowań do żywności istotnych pod względem wymagań konsumentów związanych z bezpieczeństwem.

Do badań, które przeprowadzono w 2014 roku, użyto kwestionariusza zawierającego pytania jednokrotnego i wielokrotnego wyboru oraz zadania związane z porządkowaniem, które zostały sformułowane na podstawie wcześniej przeprowadzonych badań pilotażowych. W badaniu ankietowym wzięło udział 200 respondentów, których dobór był przypadkowy. Ich profil socjodemograficzny przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Profil socjodemograficzny badanej populacji

Table 1. Sociodemographic profile of population studied

Kryterium socjodemograficzne Sociodemographic criterion		Liczba Quantity	Udział / Share [%]
Płeć Gender	Kobiety / Women	116	58
	Mężczyźni / Men	84	42
Wiek respondentów Age of respondents	do 25 lat / under 25	80	40
	26-35	38	19
	36-45	32	16
	46-55	26	13
	56-65	14	7
	powyżej 65 / above 65	10	5
Miejsce zamieszkania Place of residence	Wieś / Village	44	22
	Miasto do 50 tys. mieszkańców City up to 50 thous. inhabitants	18	9
	50 - 100 tys. / 50 - 100 thous.	22	11
	100 - 250 tys. / 100 - 250 thous.	10	5
	250 - 500 tys. / 250 - 500 thous.	14	7
	pow. 500 tys. / above 500 thous.	92	46

Źródło: opracowanie własne / Source: the authors' own study.

Pierwszym etapem badań była analiza ważności wymagań społecznych względem opakowań do żywności. W celu określenia ważności ww. wymagań zastosowano szczegółową identyfikację rang kryteriów z wykorzystaniem 5-stopniowej skali rang (w której 1 oznaczało brak ważności, a 5 oznaczało bardzo dużą ważność).

Drugim etapem badań było wskazanie, istotnych dla respondentów, cech i elementów opakowań związanych z bezpieczeństwem. W celu oceny ważności poszczególnych cech opakowań do żywności zastosowano 5-punktową skalę ocen, w której 1 – oznaczało brak ważności, 2 – bardzo małą ważność, 3 – małą ważność, 4 – średnią ważność, 5 – dużą ważność. Liczono średnią arytmetyczną ze wszystkich uzyskanych ocen, a także wyliczano udział respondentów wskazujących każdą odpowiedź.

Wyniki i ich omówienie

Analiza uzyskanych wyników jednoznacznie wykazała, że dla 90 % respondentów bezpieczeństwo było najważniejszym wymaganiem społecznym stawianym opakowaniom. Wśród uczestników badania zdecydowana większość (177 ankietowanych stanowiących 88 %) to konsumenci, dla których spełnienie wymagań związanych z bezpieczeństwem opakowań do żywności było bardzo ważne (53 %) i ważne (35 %). Podkreślić należy, że żaden z respondentów nie wskazał na brak ważności cech związanych z bezpieczeństwem. W grupie badanych zwracających uwagę na cechy opakowania związane z aspektem bezpieczeństwa znaleźli się przede wszystkim konsumenci w dwóch przedziałach wiekowych: 26 - 35 lat (106 osób) i 36 - 45 lat (70 osób).

Tabela 2. Ważność cech i elementów opakowań do żywności uwzględniających wymagania konsumentów związane z bezpieczeństwem

Table 2. Importance of characteristics and elements of food packaging compatible with consumer requirements on safety

Cechy i elementy opakowania związane z bezpieczeństwem opakowania i zapakowanego produktu Features and packaging elements related to safety of package and packaged product	Ważność cechy Importance of feature [pkt / points]
Brak interakcji składników materiału opakowaniowego z produktem No interaction between ingredients of packaging material and product	4,8
Zachowanie ilości i jakości zawartości podczas przechowywania i użytkowania Maintaining quantity and quality of the contents during storage and use	4,4
Odporność opakowania na zagrożenia mikroklimatyczne, biotyczne i mechaniczne Packaging resistance to microclimatic, biotic and mechanical exposures	3,5
Obecność zabezpieczeń gwarantujących pierwsze użycie Safeguards are present to guarantee that product be used for the first time	4,2
Obecność zabezpieczeń przed niepożądanym otwarciem Protection against unwanted opening is present	4,4
Obecność informacji wpływających na bezpieczeństwo użytkownika (termin przydatności do spożycia, skład, a przede wszystkim informacja o obecności alergenów, sposób przygotowania żywności, warunki przechowywania oraz różnego typu ostrzeżenia) / Information are present that impact user safety (shelf life, composition, and, above all, information on occurrence of allergens, method of preparing food, storage conditions, and various warnings)	4,4
Bezpieczeństwo użytkowania (brak wad typu ostre krawędzie) Safety of use (no defects such as sharp edges)	4,6
Bezpieczeństwo przy manipulacjach (np. podczas przenoszenia, układania) Safety while handling (eg. during transporting, arraying)	4,0

Źródło: badania własne / Source: the authors' own study.

W grupie tej dominowały przede wszystkim kobiety (68 %) oraz osoby mieszkające w mieście powyżej 500 tys. mieszkańców oraz w mieście od 250 - 500 tys. mieszkańców (łącznie 95 osób).

Wyniki drugiego etapu badań w postaci średnich ocen przedstawiono w tab. 2.

Wykazano, że spośród cech opakowań do żywności związanych z bezpieczeństwem dla 70 % ankietowanych najistotniejszą cechą był brak interakcji składników materiału opakowaniowego z produktem (4,8 pkt). 75 % respondentów przypisało wysokie wskazania (4,6 pkt) cechom opakowania związanym z bezpieczeństwem użytkowania. Natomiast 166 badanych (83 %) przypisało dużą wagę (4,4 pkt) takim cechom, jak: zachowanie ilości i jakości zawartości podczas przechowywania i użytkowania, obecność zabezpieczeń przed niepożądanym otwarciem oraz obecność informacji wpływających na bezpieczeństwo użytkownika (np. data przydatności do spożycia, ostrzeżenie o występowaniu alergenów). Z kolei do grupy cech o średniej wadze 60 % ankietowanych zaliczyło obecność zabezpieczeń gwarantujących pierwsze użycie (4,2 pkt) oraz bezpieczeństwo przy manipulacjach (np. podczas przenoszenia, układania) – 4,0 pkt. Wadze cechy związanej z odpornością opakowania na zagrożenia mikroklimatyczne, biologiczne i mechaniczne oceniono najniżej (3,5 pkt.), czyli 54 % respondentów uznało tę cechę za mniej ważną.

Wnioski

1. Spośród cech opakowań do żywności związanych z bezpieczeństwem najistotniejszą cechą dla respondentów był brak interakcji składników materiału opakowaniowego z produktem (70 % respondentów).
2. Do grup cech bardzo ważnych dla ankietowanych zaliczono bezpieczeństwo użytkowania.
3. Zachowanie ilości i jakości zawartości podczas przechowywania i użytkowania, obecność zabezpieczeń przed niepożądanym otwarciem oraz obecność informacji wpływających na bezpieczeństwo użytkownika były dla respondentów cechami ważnymi.
4. Do grupy cech o średniej wadze zaliczono: obecność zabezpieczeń gwarantujących pierwsze użycie oraz bezpieczeństwo przy manipulacjach.
5. Za najmniej istotną cechę opakowań respondenci uznali narażenia mikroklimatyczne, biologiczne i mechaniczne.
6. Na podstawie uzyskanych wyników badań ankietowych stwierdzono, że konsumenci i użytkownicy zwracają uwagę na bezpieczeństwo zapakowanych produktów. W zależności od stopnia świadomości, kryteriów socjodemograficznych oraz trendów panujących na rynku wymagania społeczne konsumentów wobec opakowań do żywności są zróżnicowane, uwzględniające ich indywidualne potrzeby i wymagania.

Publikacja sfinansowana ze środków przyznanych Wydziałowi Towaroznawstwa Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie w ramach dotacji na utrzymanie potencjału badawczego.

Literatura

- [1] Bix L., de la Fuente J., Sundar R.P., Lockhart H.: Packaging design and development. In: The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology. 3rd ed. Ed. K.L. Yam. John Wiley and Sons. Hoboken, New Jersey, USA, 2009, pp. 859-866.
- [2] Celhay F., Boysselle J., Cohen J.: Food packages and communication through typeface design: The exoticism of exotypes. Food Qual. Pref., 2015, 39, 167-175.
- [3] Cholewa-Wójcik A.: Potrzeby i wymagania konsumentów w zakresie opakowań do żywności. Opakowanie, 2016, 5, 63-68.
- [4] Cholewa-Wójcik A., Kawecka A.: Zapewnienie bezpieczeństwa i jakości opakowań w łańcuchach dostaw. W: Zarządzanie jakością: Osiągnięcia i wyzwania. Red. P. Kafel, T. Sikora. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2015, ss. 25-35.
- [5] Cierpiszewski R.: Opakowania aktywne i inteligentne. Wyd. UEP, Poznań 2016.
- [6] Dejnaka A.: Opakowanie jako narzędzie wpływania na wybory konsumentów. Zesz. Nauk. Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu, 2011, 23, 131-143.
- [7] Estiri M., Hasangholi T., Yazdani H., Nejad H.J., Rayej H.: Food products consumer behaviors: The role of packaging elements. J. Appl. Sci., 2010, 10, 535-543.
- [8] Jerzyk E.: Design opakowania i jego elementy w procesie podejmowania decyzji zakupowych. [online]. PWE. Dostęp w Internecie [3.04.2017]: http://www.pwe.com.pl/files/1276809751/file/mir_4_2014_design.pdf
- [9] Kańczukowska-Stadnik A.: Wymagania producentów opakowań i detalistów wobec opakowań jednostkowych. Waga, Dozowanie, Pakowanie, 2008, 2, 85-92.
- [10] Lisińska-Kuśnierz M.: Aspekty społeczne w opakowalnictwie. Wyd. UEK, Kraków 2010.
- [11] Lisińska-Kuśnierz M.: Oczekiwania konsumentów dotyczące opakowań a realizacja ich potrzeb społeczno-ekonomicznych. Zesz. Nauk. UEK, 2011, 874, 89-100.
- [12] Lisińska-Kuśnierz M.: Food packaging as non-satisfactory communication instrument in opinion of consumers. In: Commodity Science in Research and Practice – Innovations in Product Development and Packaging. Eds. A. Cholewa-Wójcik, A. Kawecka. Polish Society of Commodity Science, Kraków 2014, pp. 141-155.
- [13] Lisińska-Kuśnierz M., Kawecka A.: Attributes of food packaging safety. In: Selected Aspects of Industrial Products Quality. Eds. J. Żuchowski, R. Zieliński. Wyd. Nauk. Inst. Technol. Eksploatacji – PIB, Radom 2012, pp. 23-34.
- [14] Lisińska-Kuśnierz M., Ucherek M.: Essence of holistic angle on development of consumer behaviour by packaging. Towaroznawcze Problemy Jakości, 2011, 4, 66-72.
- [15] PN-EN ISO 9000:2015-10. Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia.
- [16] Słownik języka polskiego. Red. L. Drabik, E. Sobol. PWN, Warszawa 2007.
- [17] Solomon M., Bamossy G., Askegaard S., Hogg M.: Consumer Behavior. A European Perspective. Pearson Education Ltd, Harlow 2010.
- [18] Svansen E., Vold M., Moller H., Petersen M., Larsen H., Hanssen O.: Sustainable packaging design: A holistic methodology for packaging design. Packaging Technol. Sci., 2010, 23 (3), 161-175.
- [19] Tarczyńska A.S.: Projektowanie żywności wygodnej z wykorzystaniem metody QFD. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2013, 3 (88), 187-199.
- [20] Technika opakowań. Red. A. Emblem, H. Emblem. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2014.

- [21] Werle C.O.C., Balbo L., Caldara C., Corneille O.: Is plain food packaging plain wrong? Plain packaging increases unhealthy snack intake among males. *Food Qual. Pref.*, 2016, 49, 168-175.
- [22] Yam K.L.: Socioeconomic driving forces of food packaging. In.: *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*. 3rd ed. Ed. K.L. Yam. John Wiley and Sons. Hoboken, New Jersey, USA, 2009, pp. 1147-1151.

PACKAGING QUALITY AS DETERMINANT OF FOOD SAFETY IN THE CONTEXT OF SOCIAL REQUIREMENTS OF CONSUMERS

S u m m a r y

Those consumption trends that relate to the quality of food products and packaging are closely linked with the relevant requirements expressed by consumers. Social requirements of consumers on packaging can be grouped into three basic fields: safety, extending product life through properly selecting packaging, consumer communication, convenience and functionality as well as reduction of negative environmental impacts. Safety is one of the basic human needs, which should also be covered by packaging. Safe packaging should be characterized primarily by an appropriate sanitary-hygienic condition, which does not pose a risk to a packaged food product, and, also, should ensure safe use thereof. In addition, the packaging must be characterized by stable performance parameters of a certain value since the protection of packaged products depends on them.

The objective of the research study was to determine social requirements of consumers on the safety of packaged food because those requirements constitute a factor to significantly impact the quality of packaging.

The presented research results refer to the analysis of needs and requirements on food packaging; they made it possible to determine the importance hierarchy of social requirements of consumers on food packaging. It was shown that 90 % of the consumers regarded safety as the most important social requirement for packaging. 75 % of the consumers rated safe use as very important. 83 % of the consumers deemed the following features as important: maintaining the quantity and quality of content during storage and use, protection against unwanted opening, and information contributing to user safety. Next, 60 % of the consumers claimed that middlingly important to them were safeguards to ensure that a food product was used for the first time and safety while handling food products. And 54 % of the respondents declared that, of all the analyzed packaging characteristics, the least important to them was a feature linked with the resistance of packaging to microclimatic, biotic and mechanical factors.

Key words: packaging quality, food safety, social requirements of consumers, food packaging ☒

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 20 września 2017 r.

Polskie akty prawne

1. Ustawa z dn. 20 lipca 2017 r. o zmianie ustawy o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt (Dz. U. 2017, poz. 1521).
Zostały dokonane zmiany w ustawie z dnia 11 marca 2004 r. o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt (Dz. U. z 2014 r. poz. 1539, z 2015 r. poz. 266 i 470 oraz z 2016 r. poz. 1605). Ustawa weszła w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (UE) 2017/1203 z dn. 5 lipca 2017 r. zmieniające dyrektywę 2002/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady i rozporządzenie (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do krzemu organicznego (monometylosilanetriolu) i soli wapniowych fosforylowanych oligosacharydów (POs-Ca®) dodawanych do żywności i stosowanych w produkcji suplementów diety. (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 2017 r., 173, s. 9).
Wprowadzone zmiany, a zawarte w załączniku do dyrektywy 2002/46/WE dotyczą: krzemu organicznego (monometylosilanetriol), soli wapniowych fosforylowanych oligosacharydów oraz soli wapniowych fosforylowanych oligosacharydów.
2. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2017/1222 z dn. 26 czerwca 2017 r. rejestrujące w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń

geograficznych nazwę [Kielbasa biała parzona wielkopolska (ChOG)] (Dz. Urz. UE L 2017 r., 174, s.13).

Na wniosek Polski nazwa „Kielbasa biała parzona wielkopolska” (ChOG) została zarejestrowana. Nazwa ta określa produkt należący do klasy 1.2 Produkty wytworzone na bazie mięsa (podgotowanego, solonego, wędzonego itd.) zgodnie z załącznikiem XI do rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) nr 668/2014.

3. Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 2017/1353 z dn. 19 maja 2017 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 607/2009 w odniesieniu do odmian winorośli i ich synonimów, które można umieszczać na etykietach win. (Dz. Urz. UE L 2017 r., 190, s.5).

Wobec braku wspólnego stanowiska i mimo wysiłków Komisji zmierzających do zbliżenia stanowisk Chorwacji i Słowenii, po sprawdzeniu informacji, jakimi dysponuje, Komisja w zakresie obecnej praktyki etykietowania w odniesieniu do odmiany winorośli „Teran” zadecydowała, że należy wpisać nazwę tej odmiany w części A załącznika XV do rozporządzenia (WE) nr 607/2009 w związku z chronioną nazwą pochodzenia „Hrvatska Istra” - Chorwacja. ☒

NOWE KSIĄŻKI

Chemia żywności. Tom 1. Główne składniki żywności

Zdzisław Sikorski, Hanna Staroszczyk (red.)

Wydawnictwo: Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2017, ISBN 978-83-01-19625-7, liczba stron 458, cena 79,20 zł

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

Chemia żywności jest nauką o składzie surowców i produktów żywnościowych, dodatków i zanieczyszczeń żywności, a także o biochemicznych i chemicznych reakcjach zachodzących w surowcach oraz produktach żywnościowych w czasie przetwarzania i przechowywania. Zajmuje się również wpływem składników, dodatków i zanieczyszczeń na bezpieczeństwo zdrowotne i pozostałe aspekty jakości żywności. W tomie pierwszym podręcznika opisano: zakres i rolę chemii żywności, budowę surowców i produktów żywnościowych, udział, właściwości oraz rolę wody, składników mineralnych, sacharydów, lipidów, białek i niebiałkowych związków azotowych, występowanie i właściwości naturalnych barwników surowców żywnościowych oraz związków zapachowych i smakowych, interakcje składników żywności, składniki oraz reakcje wpływające na reologiczne cechy żywności.

Chemia żywności. Tom 2. Biologiczne właściwości składników żywności

Zdzisław Sikorski, Hanna Staroszczyk (red.)

Wydawnictwo: Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2017, ISBN 978-83-01-19626-4, liczba stron 343, cena 79,20 zł

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

W tomie drugim podręcznika opisano: witaminy, rodniki, utleniacze i przeciwutleniacze, nieodżywcze substancje prozdrowotne pochodzenia roślinnego, alergeny oraz mutagenne i rakotwórcze składniki żywności, toksyny surowców żywnościowych, dodatki do żywności i suplementy diety, analizę oraz zasady zapewniania bezpieczeństwa zdrowotnego żywności. Książka została opracowana przez specjalistów, mających doświadczenie w pracy dydaktycznej i współpracy z przemysłem. Jest przeznaczona dla studentów wydziałów nauk o żywności uniwersytetów przyrodniczych

i politechnik, a także wydziałów farmaceutycznych i ekonomicznych oraz dla pracowników branży spożywczej.

System prawa żywnościowego

Małgorzata Korzycka, Paweł Wojciechowski

Wydawnictwo: Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2017, ISBN 978-83-8092-879-4, liczba stron 576, cena 203,15 zł

Zamówienia: <https://www.profinfo.pl/sklep>

W opracowaniu ujęto prawo żywnościowe jako wyodrębnioną dyscyplinę o znaczącym obszarze regulacji bezpieczeństwa i jakości żywności, zawierającą wymagania wobec rolników i przedsiębiorców w całym łańcuchu żywnościowym, w szczególności w zakresie higieny żywności, jej urzędowej kontroli, znakowania, reklamy i prezentacji. Omówiono również problematykę analizy ryzyka (ocenę, zarządzanie, informowanie) oraz systemów jakości żywności prawa publicznego (żywność ekologiczną, żywność genetycznie zmodyfikowaną, żywność regionalną i tradycyjną, żywność wyróżnianą znakiem władzy publicznej) i prywatnego. Opisano ponadto szczególne zagadnienia dotyczące suplementów diety oraz praw człowieka w prawie żywnościowym, będących wyznacznikiem konstytucyjnej i międzynarodowej ochrony udzielanej prawu do odpowiedniej żywności.

Bezpieczeństwo żywności w kontekście jej fałszowania

Rafał Płocki

Wydawnictwo: Wyd. Wyższej Szkoły Policji, Szczytno 2017, ISBN 978-83-7462-548-7, liczba stron 168, cena 23,00 zł

Zamówienia: <https://wydawnictwa.wspol.edu.pl>

Opracowanie obejmuje pojęcie bezpieczeństwa żywności i jego determinanty, źródła zagrożeń bezpieczeństwa żywności, charakterystykę polskiego rynku spożywczego, wpływ ogniw łańcucha żywnościowego na bezpieczeństwo żywności, system urzędowej kontroli żywności oraz zagadnienia związane z fałszowaniem żywności.

Confectionery and Chocolate Engineering: Principles and Applications, 2nd ed.

[Inżynieria cukiernictwa i produkcji czekolady: Zasady i zastosowanie]. Wyd. 2.

Ferenc A. Mohos

Wydawnictwo: Wiley-Blackwell 2017, ISBN 978-1-118-93975-8, liczba stron 792; cena 204,00 EUR

Zamówienia: <http://eu.wiley.com>

W drugim wydaniu publikacji uzupełniono informacje dotyczące podstawowych zagadnień, takich jak: bezpieczeństwo żywności, zapewnienie jakości, znaczenie słodczy w diecie osób o specjalnych potrzebach żywieniowych oraz sztuka cukiernicza. Ponadto przedstawiono charakterystykę reologiczną tego typu produktów, ze szczególnym uwzględnieniem płynów lepkosprężystych w aspekcie żelowania jako przemiany fazowej drugiego rzędu. Opisano także przemiany chemiczne, takie jak karmelizacja i reakcje Maillarda, jak również złożone operacje technologiczne obejmujące: konszowanie, suszenie, smażenie, pieczenie i prażenie stosowane w wytwarzaniu wyrobów cukierniczych. Książka przeznaczona jest dla specjalistów z obszaru inżynierii żywności, naukowców, technologów i studentów w zakresie badań podstawowych i aplikacyjnych związanych z żywnością i inżynierią chemiczną. Na bazie naukowego i teoretycznego opisu i analizy procesów technologicznych wykorzystywanych w produkcji słodczy, otwiera nowe możliwości doskonalenia tych procesów i produktów, odnosząc się do zwiększonej wydajności operacji, wykorzystania nowych materiałów i poszukiwania nowych zastosowań dla tradycyjnych surowców.

Dietary Fiber and Health

[Błonnik pokarmowy i zdrowie]

Susan Cho, Nelson Almeida

Wydawnictwo: CRC Press, 2017, ISBN 978-11-38-199-798, liczba stron 557, cena 51,99 GBP

Zamówienia: <http://www.crcpress.com>

Odpowiednia ilość błonnika w diecie człowieka jest niezbędna do utrzymania zdrowia układu pokarmowego i sercowo-naczyniowego oraz do kontroli masy ciała i glikemii. Jak wskazują badania, większość ludzi w krajach rozwiniętych nie spożywa zalecanej dziennej ilości tego cennego składnika. W opracowaniu przeznaczonym dla producentów żywności i dietetyków omówiono najważniejsze zagadnienia dotyczące znaczenia błonnika pokarmowego i sposobów zwiększenia jego ilości w diecie człowieka. Przedstawiono najnowsze wyniki badań i dane międzynarodowych ekspertów, ukazując szereg aspektów związanych z tym niezbędnym składnikiem odżywczym, w tym: związek pomiędzy błonnikiem i kontrolą masy ciała, stanem zdrowia przewodu pokarmowego, chorobami serca, nowotworami i metabolizmem glukozy. Ponadto omówiono prebiotyczny wpływ błonnika na charakterystykę i modulację pożądanej flory bakteryjnej. Opisano także korzyści zdrowotne wynikające ze stosowania nowych substancji, takich jak inulina czy preparaty na bazie maltodekstryn o niskiej lepkości i ich wpływ na uczucie sytości, glikemię oraz mikroflorę jelitową. Odniesiono się również do nowej definicji błonnika pokarmowego opublikowanej przez Codex Alimentarius Commission. Ponadto przedstawiono zagadnienia związane z właściwościami i efek-

tem immunologicznym galaktooligosacharydów i ich wpływem na zapalenie okrężnicy. Scharakteryzowano skrobie odporne i podobne związki oraz owies, żyto, jęczmień i inne surowce przeznaczone do produkcji preparatów błonnikowych. Opisano również zagadnienia regulacyjne, takie jak procedura zawiadomienia GRAS. W książce zawarto także informacje na temat analizy włókna do celów etykietowania żywności.

Opracował: Lesław Juszcak

XLIII SESJA NAUKOWA KOMITETU NAUK O ŻYWNOSCI I ŻYWIENIU PAN

„Żywność dla przyszłości” Wrocław 4 - 5 lipca 2017

W dniach 4 - 5 lipca 2017 roku we Wrocławiu odbyła się XLIII Sesja Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu Polskiej Akademii Nauk zorganizowana przy współudziale Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności i Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Sesje tego typu mają charakter cykliczny i odbywają się co dwa lata w wytypowanym krajowym ośrodku naukowym. Podczas sesji istnieje możliwość zaprezentowania najnowszych osiągnięć w dziedzinie nauk o żywności i żywieniu, nawiązanie współpracy, jak również wymiana poglądów i doświadczeń pracowników z wiodących jednostek naukowych oraz przedstawicieli przemysłu.

W tegorocznej sesji udział wzięło 237 osób, w tym 41 członków Komitetu Polskiej Akademii Nauk. Frekwencja na obradach wyniosła 97 % w odniesieniu do liczby zarejestrowanych osób. Uczestnikami sesji byli przedstawiciele 27 uczelni wyższych i instytucji naukowo-badawczych. Ponadto w obradach uczestniczyli przedstawiciele 6 firm oraz dwie osoby prywatne. Najliczniej reprezentowanymi jednostkami były Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski oraz Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

„Żywność dla przyszłości” to hasło przewodnie XLIII Sesji, której tematyka była skupiona w czterech obszarach tematycznych, takich jak: ‘Nutraceutyki i żywność funkcjonalna’, ‘Żywność a zdrowie’, ‘Innowacje w produkcji żywności i bezpieczeństwo żywności’. Nad poziomem merytorycznym obrad czuwał Komitet Naukowy powołany spośród pracowników Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w składzie: prof. dr hab. Józefa Chrzanowska, prof. dr hab. Antoni Golachowski, prof. dr hab. Wiesław Kopeć, prof. dr hab. Agnieszka Kita, prof. dr hab. Jan Oszmiański, prof. dr hab. Waldemar Rymowicz, prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Aneta Wojdyło, dr hab. Monika Bronkowska prof. UPWr, dr hab. Anna Czubaszek prof. UPWr,

dr hab. Joanna Kawa-Rygielska prof. UPWr, dr hab. Antoni Szumny prof. UPwr, dr hab. inż. Witold Gładkowski i dr hab. Magdalena Wróbel-Kwiatkowska.

W trakcie sesji ogłoszono 4 wykłady plenarne. Wykład inauguracyjny pt. „Nie-tolerancje pokarmowe – fikcja czy rzeczywistość” wygłosiła dr hab. n. med. Dorota Waśko-Czopnik z Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu. Dr hab. Alicja Kucharska, prof. UPWr. otworzyła sesję referatową: ‘Nutraceutyki i żywność funkcjonalna’ wykładem plenarnym pt. „Polifenole i irydoidy w profilaktyce chorób cywilizacyjnych”. W drugim dniu konferencji, w ramach sekcji ‘Innowacje w produkcji żywności’ dr hab. Ewa Jakubczyk, prof. SGGW wygłosiła wykład plenarny pt. „Innowacyjne technologie w produkcji żywności – druk 3D.” Z kolei w obszarze ‘Bezpieczeństwa żywności’ odbył się wykład prof. dr hab. Jacka Bani (UP we Wrocławiu) pt. „Enterotoksyny gronkowców koagulazo-ujemnych”.

Tematyką dominującą podczas obrad było przetwarzanie i utrwalanie surowców żywnościowych z uwzględnieniem udoskonalania procesów technologicznych prowadzących do otrzymania żywności bogatej w substancje prozdrowotne. Odzwierciedleniem tej problematyki było 20 artykułów opublikowanych w monografii wydanej w ramach tej konferencji. Podczas sesji ogłoszono 37 referatów i przedstawiono w formie 5-minutowej prezentacji 25 e-posterów. Na podstawie wyników głosowania uczestników (system elektroniczny) wytypowano najciekawsze referaty i e-postery. Nagrody otrzymali:

- za referat w sekcji A – Joanna Zielińska, Katarzyna Kowalska, Anna Olejnik: Aktywność antyadipogenna ekstraktów z owoców jagodowych (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu);
- za referat w sekcji B – Izabela Koss-Mikołajczyk: Wpływ składników matrycy żywieniowej na aktywność biologiczną fitozwiązków roślin z rodziny *Brassica* (Politechnika Gdańska);
- za referat w sekcji C – Paweł Ptaszek, Kacper Kaczmarczyk, Anna Ptaszek, Michał Pancerz, Joanna Kruk, Małgorzata Golonka: Zastosowanie dopplerowskich metod ultradźwiękowych do śledzenia zmian właściwości reologicznych płynów spożywczych *in situ* (Uniwersytet Rolniczy w Krakowie);
- za referat w sekcji D – Marta Turło, Dorota Nałęcz, Piotr Minkiewicz: Analiza *in silico* potencjalnych reakcji krzyżowych między kurzą parwalbuminą α a parwalbuminami innych zwierząt (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie);
- za e-poster w sekcji A – Aleksandra Zambrowicz, Monika Sudoł, Józefa Macała, Łukasz Bobak, Tadeusz Trziszka, Maria Janusz, Agnieszka Zabłocka: Wpływ yolkiny – kompleksu polipeptydowego pochodzącego z żółtka jaja kurzego na wydzielanie cytokiny IL-8 przez komórki krwi ludzkiej (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu);

- za e-poster w sekcji B – Maria Florek-Kamionka: Allopoliploidy zbóż w żywności (Niepubliczna Wyższa Szkoła Medyczna we Wrocławiu);
- za e-poster w sekcji C – Magdalena Dadan, Małgorzata Nowacka, Aleksandra Fijałkowska, Artur Wiktor, Katarzyna Rybak, Dorota Witrowa-Rajchert: Zastosowanie glikozydów stewiolowych oraz zabiegów wstępnych do obniżenia zawartości cukrów w żurawinie odwadnianej osmotycznie (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie);
- za e-poster w sekcji D – Mirosław Michalski, Anna Madejska, Jacek Osek: Ocena zawartości histaminy w serach miękkich i twardych podczas przechowywania w różnych temperaturach (Państwowy Instytut Weterynaryjny – PIB).

Nieformalną częścią Sesji było spotkanie towarzyskie w formie bankietu, które odbyło się w restauracji Letnia znajdującej się na terenie wrocławskiego ZOO. Podczas podsumowania konferencji prof. dr hab. Andrzej Lenart ogłosił, że XLIV Sesja Komitetu Nauk o Żywności Polskiej Akademii Nauk odbędzie się w Łodzi. Konferencja stanowiła również jedną z integralnych składowych obchodów 40-lecia powstania wydziału Nauk o Żywności i Żywienia Człowieka (aktualnie Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności) Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

*Dr inż. Aleksandra Zambrowicz
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu*

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

PROF. DR HAB. MACIEJ STANISŁAW FIEDOROWICZ 1952 - 2017



Profesor Maciej Fiedorowicz urodził się 13 listopada 1952 roku w Krakowie. Po ukończeniu Technikum Chemicznego w roku 1972 podjął studia na Kierunku Chemii na Wydziale Matematyczno-Fizyczno-Chemicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Studia ukończył z wyróżnieniem w roku 1977, uzyskując tytuł magistra chemii na podstawie pracy *Synteza bi-spiro-bi-chromanów z komponentą cykloheksanową*. Pracę magisterską wykonywał w Zespole Stereochemii Instytutu Chemii UJ pod kierunkiem prof. Stefana Smolińskiego. W 1986 roku Rada Wydziału Chemii UJ nadała Mu stopień doktora nauk chemicznych na podstawie pracy *Fotochemiczne reakcje kofeiny z aldehydami alifatycznymi*. Stopień naukowy doktora habilitowanego nauk rolniczych w zakresie technologii żywności ze specjalnością chemia żywności został nadany Maciejowi Fiedorowiczowi na podstawie pracy *Wpływ widzialnego światła liniowo spolaryzowanego na właściwości fizykochemiczne skrobi*, uchwałą Rady Wydziału Technologii Żywności Akademii Rolniczej w Krakowie w roku 2005.

Bezpośrednio po ukończeniu studiów M. Fiedorowicz podjął pracę w Katedrze Chemii Akademii Rolniczej w Krakowie jako asystent stażysta. W roku 1988, po odbyciu rocznego stażu, awansował na stanowisko asystenta, a w roku 1997 na stanowisko adiunkta. W roku 2007 został mianowany na stanowisko profesora nadzwyczajnego UR. W latach 2007 - 2012 był kierownikiem Katedry Chemii i Fizyki UR. Następnie, do swojej śmierci, pełnił funkcję Dyrektora Instytutu Chemii.

W latach 1992 - 1993 przebywał jako stypendysta rządu francuskiego na stażu naukowym na Uniwersytecie D'Aix Marseille III w Marsylii, prowadząc badania nad fotodynamiczną terapią nowotworów. W latach 1998 - 1999 odbył roczny staż naukowy w Graduate School of Biotechnology Korea University w Seulu (Korea Płd.), pro-

wadząc badania nad strukturą polisacharydów skrobiowych oraz oznaczaniem bezwzględnych mas cząsteczkowych polimerów. W roku 2003 był na dwumiesięcznym stażu naukowym w Instytucie Biologii Molekularnej Austriackiej Akademii Nauk w Salzburgu (Austria), gdzie zajmował się badaniem właściwości i struktury enzymów.

Z dorobku naukowego Profesora warto wymienić następujące publikacje:

- Fiedorowicz M., Pituch-Noworolska A., Zembala M.: The photodynamic effect of Victoria blue BO on peripheral blood mononuclear and leukemic cells. *Photochem. Photobiol.*, 1997, 65 (5).
- Fiedorowicz M., Tomasik P., Lii C.Y.: Degradation of starch by polarized light. *Carboh. Polym.*, 2001, 45.
- Fiedorowicz M., Chaczatryan G.: Selected functional properties of waxy corn and potato starches after illumination with linearly polarized visible light. *J. Sci. Food Agric.*, 2003, 84, 36.
- Fiedorowicz M., Kapuśniak J., Karolczyk-Kostuch S., Khachatryan G., Kowalski S., Para A., Sikora M., Staroszczyk H., Szymońska J., Tomasik P.: Selected novel materials from polysaccharides. *Polimery*, 2006, 7/8, 517.
- Konieczna-Molenda A., Lai V.M.F., Fiedorowicz M., Khachatryan G., Tomasik P.: Polarized-light-stimulated enzymatic hydrolysis of xylan. *Biotechnology Progress*, 2008, 24 (2), 385-388.
- Khachatryan K., Khachatryan G., Fiedorowicz M., Para A., Tomasik P.: Formation of nanometal particles in the dialdehyde starch matrix. *Carboh. Polym.*, 2013, 98 (1), 568-573.
- Nowak E., Krzeminska-Fiedorowicz L., Khachatryan G., Fiedorowicz M.: Comparison of molecular structure and selected physicochemical properties of spelt wheat and common wheat starches. *J. Food Nutr. Res.*, 2015, 53 (1), 31-38.
- Khachatryan K., Khachatryan G., Fiedorowicz M.: Synthesis of ZnS, CdS and core-shell mixed CdS/ZnS, ZnS/CdS nanocrystals in tapioca starch matrix. *J. Mat. Sci. Chem. Eng.*, 2015, 3, 30-38.
- Khachatryan K., Khachatryan G., Fiedorowicz M.: Silver and gold nanoparticles embedded in potato starch gel films. *J. Mat. Sci. Chem. Eng.*, 2016, 4, 22-31.
- Khachatryan K., Khachatryan G., Fiedorowicz M.: Distarch phosphate as a matrix for generation of quantum dots. *Polymers and Polymer Composites*, 2016, 24, 6, 387-393.
- Khachatryan G., Khachatryan K., Grzyb J., Fiedorowicz M.: Formation and properties of hyaluronan/nano Ag and hyaluronan-lecithin/nano Ag films. *Carboh. Polym.*, 2016, 151, 452-457.

W pracy naukowo-badawczej Profesor Fiedorowicz koncentrował swoje zainteresowania na: inicjowanych fotochemicznie reakcjach zasad purynowych, fotodyna-

micznej terapii nowotworów, modyfikacji skrobi o różnym pochodzeniu biologicznym działaniem promieniowania UV oraz widzialnego światła liniowo spolaryzowanego, aktywacji enzymów z grupy hydrolaz (amylazy, ksylanazy, celulazy, chiozanazy, chitynazy, cyklodekstrynazy) działaniem światła widzialnego liniowo spolaryzowanego. W pierwszym okresie pracy zawodowej zajmował się indukowanymi promieniowaniem UV reakcjami alkaloidu teofiliny z niskocząsteczkowymi związkami alifatycznymi, jak alkohole i etery. Kontynuował te badania z udziałem innego alkaloidu purynowego – kofeiny. Do najważniejszych osiągnięć z tego zakresu należy zaliczyć odkrycie, że promieniowanie UV modyfikuje pierścień purynowy w obecności alkoholi, eterów oraz aldehydów alifatycznych, co w konsekwencji może doprowadzić do zakłócenia replikacji cząsteczek DNA oraz być przyczyną mutacji kodu genetycznego. Podczas pracy w zespołach badawczych dwóch ośrodków medycznych we Francji i w Polsce zajmował się studiami nad fototoksycznymi skutkami barwników o właściwościach fotosensybilizatorów dla komórek złośliwej białaczki. Najważniejszymi osiągnięciami tego okresu badań było wykazanie dużej skuteczności barwnika Victoria Blue BO w niszczeniu komórek nowotworowych złośliwej białaczki typu mieloidalnego i limfoidalnego. Kolejnym układem biologicznym o dużym znaczeniu praktycznym, którym zajmował się Profesor, była skrobia, w szczególności wpływ promieniowania elektromagnetycznego na właściwości fizykochemiczne polisacharydów skrobiowych. Prace badawcze dotyczące wpływu promieniowania UV oraz widzialnego światła liniowo spolaryzowanego na nieskleikowaną skrobię w zawiesinie wodnej wskazały na możliwość modyfikacji mas cząsteczkowych polisacharydów skrobiowych, a w rezultacie zmianę właściwości funkcjonalnych, termicznych i reologicznych skrobi. Za ważne dokonanie w tym obszarze badań należy uznać metodyczne opracowanie zasad wyznaczania bezwzględnych mas cząsteczkowych polisacharydów skrobiowych za pomocą chromatografii żelowej z detektorami rozpraszania światła laserowego i refraktometrycznym. W kolejnych latach Profesor Fiedorowicz zajmował się wpływem światła spolaryzowanego na enzymy hydrolizujące polisacharydy. W badaniach tych wykazał silnie stymulujący wpływ naświetlania światłem spolaryzowanym na aktywność enzymów w reakcjach hydrolizy cząsteczek polisacharydów, takich jak: skrobia, ksylan, celuloza, chityna oraz chitozan. Wykazał także stymulujący wpływ światła spolaryzowanego na zwiększenie aktywności enzymów cyklodekstrynazy oraz oksydazy glukozowej.

W ostatnim okresie, wykorzystując swoje doświadczenia w dziedzinie badań struktury i właściwości polisacharydów, Profesor zajął się problematyką uzyskiwania nanostruktur (nanokryształów metali oraz kropek kwantowych) w matrycy polisacharydowej. Rezultatem podjętych badań było opracowanie metod syntezy nanostruktur o zdefiniowanych rozmiarach i właściwościach optycznych. Dodatkowo, opracowane metody są przyjazne środowisku i zaliczane do tzw. *green chemistry*.

Prof. dr hab. Maciej Fiedorowicz był odznaczony w 2009 roku Złotym Medalem za Długoletnią Służbę. W roku 2012 za szczególne zasługi dla oświaty i wychowania nadano mu Medal Komisji Edukacji Narodowej. Od początku założenia NSZZ „Solidarności” był jej członkiem.

Prof. dr hab. Maciej Fiedorowicz zmarł 12 września 2017 roku w Krakowie. Został pochowany w grobowcu rodzinnym na Cmentarzu Rakowickim 18 września. W imieniu społeczności akademickiej Uniwersytetu Rolniczego zmarłego pożegnali: Prorektor ds. Współpracy z Zagranicą – prof. dr hab. Florian Gambuś, Dziekan Wydziału Technologii Żywności – dr hab. Agnieszka Filipiak-Florkiewicz, prof. UR oraz w imieniu pracowników Instytutu Chemii Wydziału Technologii Żywności – dr hab. Andrzej Para, prof. UR.

Był wspaniałym człowiekiem, życzliwym ludziom, niosącym pomoc, udzielającym rad i wskazówek koleżankom i kolegom, niczego w zamian nie oczekując. Każdego człowieka słuchał, rozumiał i w każdym szukał tylko dobra. Każdego człowieka obdarzał należnym mu szacunkiem. Był nie tylko przełożonym, ale też przyjacielem. Odszedł od nas wspaniały Człowiek, mądry naukowiec, Nauczyciel i Wychowawca wielu pokoleń Studentów.

*Koleżanki i Koledzy z Instytutu Chemii
Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie*

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 27 Nr 3

wrzesień 2017

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Oddział Wrocławski

W dniach 4 - 5 lipca 2017 roku odbyła się we Wrocławiu XLIII Sesja Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu Polskiej Akademii Nauk zorganizowana przy współudziale Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności i Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Zarząd Główny

Dnia 04 lipca 2017 r. w trakcie XLIII Sesji Naukowej KNoŻiŻ PAN we Wrocławiu odbyło się nadzwyczajne Zebranie Zarządu Głównego PTTŻ X kadencji. Po otwarciu spotkania przedstawiono informacje dotyczące rozstrzygnięcia konkursu na najlepszą pracę doktorską, którego laureatem został dr inż. Artur Wiktor z SGGW w Warszawie, autor rozprawy pt. „Badania wpływu pulsacyjnego pola elektrycznego (PEF) na przebieg suszenia i zamrażania tkanki roślinnej oraz jej wybrane właściwości”. W dalszej części zebrania przedstawiono prace zgłoszone do konkursu na najlepszą publikację w czasopiśmie Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. Następnie przedstawiono zasady współpracy z portalem internetowym Food Fakty. W dalszej kolejności omówiono zmiany w obsłudze księgowej i bankowej Towarzystwa.

Wydawnictwo Naukowe

Dnia 04 lipca 2017 r. w trakcie XLIII Sesji Naukowej KNoŻiŻ PAN we Wrocławiu odbyło się zebranie Rady Naukowej czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. Głównym celem spotkania było przedstawienie Radzie sprawozdania z działalności Redakcji za rok 2016 oraz pierwszą połowę roku 2017. Po przedstawieniu sprawozdania przez Redaktora Naczelnego kwartalnika podjęto dyskusję dotyczącą jego sytuacji na rynku wydawniczym oraz możliwości podniesienia punktacji wynikającej z ministerialnej oceny czasopisma.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYKRAJOWE I KRAJOWE
KONFERENCJE NAUKOWE W 2017 i 2018 r.

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

Listopad

- 9 - 10 **ŁÓDŹ = 2nd International Conference Biologically Active Compounds in Food**
Organizator: Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, Polskie Towarzystwo Technologów Żywności – Oddział Łódzki
Informacje: <http://bacif2017.p.lodz.pl/index.html>
Kontakt: Beata Smolińska
e-mail: bacif2017@info.p.lodz.pl

2018

Marzec

- 22 - 23 PIEŠŤANY, Slovakia = XV 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, dr., Department of Food Hygiene and Safety, FBP SPU Nitra. e-mail: Jozef.Golian@uniag.sk

Maj**8 - 10 WROCŁAW = X Konferencja Naukowa z cyklu „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie” nt. „Innowacyjność i optymalizacja procesów w produkcji i przetwarzaniu ziemniaka”**

Organizatorzy: Katedra Technologii Rolnej i Przechowywania Wydziału Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Sekcja Technologii Węglowodanów Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN

Informacje: <http://www.binoz.upwr.edu.pl/ziemniak>

Kontakt: dr inż. Joanna Miedzianka; tel. (71) 320-77-16

e-mail: ziemniak@wnoz.up.wroc.pl

24 - 25 LUBLIN = XXIII Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ nt. „Żywność – tradycja i nowoczesność”

Organizatorzy: Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, Oddział Lubelski PTTŻ, Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Sekcja Chemii Żywności PTCh

Informacje: www.mkn.ultra.edu.pl

Kontakt: e-mail: smknlublin@up.lublin.pl; Tel. (81) 462-33-41

Czerwiec**13 - 14 OLSZTYN = I Krajowa Konferencja Naukowa Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych z cyklu „Dylematy nauki o żywieniu człowieka – dziś i jutro” pt. „Żywność i nowotwory”**

Organizatorzy: Katedra Żywienia Człowieka, Centrum Gastronomii z Dietetyką i Biooceną Żywności Wydziału Nauki o Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Polskie Towarzystwo Nauk Żywnościowych (PTNŻ), Oddział Olsztyńsko-Gdański Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych, Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka Wydziału V Nauk Medycznych Polskiej Akademii Nauk

Kontakt: dr inż. Małgorzata A. Słowińska

e-mail: katedra.zywienia.czlowieka@uwm.edu.pl; tel. (89) 523-36-73

20 - 21 WROCŁAW = International Scientific Conference “Biotechnology – Research and Industrial Applications BRIA”

Organizator: Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

Informacje: <http://www.binoz.upwr.edu.pl/bria>

Kontakt: bria.conference@wnoz.up.wroc.pl

20 - 21 WROCŁAW = The 8th International Conference on the Quality and Safety in Food Production Chain

Organizator: Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

Informacje: <http://www.binoz.upwr.edu.pl/quality>

Kontakt: quality@wnoz.up.wroc.pl

27 - 29 TARNOWO PODGÓRNE k. POZNANIA = V Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu "Meat in Technology and Human Nutrition" nt. „Meat as a Functional and Pro-healthy Part of our Diet”

Organizatorzy: Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Katedra Technologii Mięsa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Informacje: www.up.poznan.pl/meat2018

Kontakt: dr inż. Mirosława Krzywdzińska-Bartkowiak

e-mail: meat2018@up.poznan.pl; tel. (61) 848-72-54

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSTCI

Przy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, HORTIMEX Plus Spółka komandytowa Konin.**

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

KOMUNIKATY

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

Przypominamy Państwu o nowym adresie internetowym Wydawnictwa – e-mail: **redakcja@pttz.org**

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@upwr.edu.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@upwr.edu.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	PŁ, 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@ur.edu.pl
Dr hab. Izabela Dmytrów 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@upwr.edu.pl
Dr hab., prof. nazw. 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