



ŻYWNOSĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 3 (124)

Kraków 2020

Rok 27

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Lesław Juszczyk; e-mail: rrjuszcz@cyf-kr.edu.pl; tel. 12 662-47-78
Zastępca redaktora naczelnego: dr hab. inż. Mariusz Witczak, prof. UR
Sekretarz redakcji (kontakt z autorami): mgr inż. Jadwiga Ślawska; e-mail: redakcja@pttz.org; tel. 12 662-48-30; 609-800-458

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 hab. 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 Henryk Daun (USA), prof. dr hab. Teresa Fortuna, prof. dr hab. Mariola Friedrich, prof. dr Józef Golian (Słowacja), prof. dr hab. Anna Gramza-Michałowska, prof. dr hab. Waldemar Gustaw, prof. dr Jerzy Jankun (USA), prof. dr hab. Henryk Jeleń, prof. dr Miroslava Kačániová (Słowacja), prof. dr hab. Agnieszka Kita, prof. dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, prof. dr hab. Katarzyna Majewska, prof. dr hab. Jan Oszmiański, prof. dr hab. Mariusz Piskula, prof. dr Jan Pokorný (Czechy), prof. dr Roman Przybylski (Kanada), prof. dr hab. Piotr Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, dr Andrzej Sośnicki (USA), prof. dr hab. Krzysztof Surówka, prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, 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 2020
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 „Akapit”, 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 (124)

Kraków 2020

Rok 27

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
DOROTA ZIELIŃSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA: Zmiany nomenklatury taksonomicznej ważnych gatunków probiotycznych bakterii <i>Lactobacillus</i>	5
KATARZYNA NEFFE-SKOCIŃSKA, MARTA WÓJTOWICZ, MICHAŁ DĄBROWSKI, DANUTA JAWORSKA: Bakterie kwasu octowego jako potencjalne probiotyki nowej generacji	15
IZABELA DMYTRÓW, KAROL WŁODARCZYK: Skład i wartość odżywcza mleka kłaczy i oślic w porównaniu z mlekiem krów	28
ELŻBIETA ROSIAK, MATEUSZ GEMBA, ALEKSANDRA WESOŁOWSKA: Wpływ procesu zamrażania i rozmrażania na bezpieczeństwo mikrobiologiczne mleka kobiecego	40
KATARZYNA OSTRÓŻKA, DOROTA WICHROWSKA: Wpływ zamienników cukru na stopień napowietrzenia i topliwosć średnio twardych lodów śmietankowych	52
WIESŁAW PRZYBYLSKI, BARBARA SIOŃEK, DANUTA JAWORSKA, ANNA SPYCHALSKA, MARTYNA RUPIŃSKA: Wpływ dodatku inuliny na jakość sorbetów owocowych i warzywnych	66
MAGDALENA GAJEWSKA, BEATA BARTODZIEJSKA, ANNA SZOSLAND-FAŁTYN: Wykorzystanie procesów fermentacyjnych do opracowania innowacyjnej metody otrzymywania octu jabłkowego o właściwościach prozdrowotnych	77
AGNIESZKA REWUCKA, JADWIGA HAMUŁKA: Ocena dostępności oraz składu suplementów diety zawierających ksantofile – luteinę, zeaksantynę i astaksantynę	87
BARTŁOMIEJ RUDA, ANNA OKOŃ, MONIKA TRZĄSKOWSKA, PIOTR SZYMAŃSKI, ZBIGNIEW J. DOLATOWSKI: Wpływ miejsca pozyskania drewna na jakość i bezpieczeństwo zdrowotne kielbas wędzonych	100
BŁAŻEJ MIELCZAREK, KATARZYNA ŚLIŻEWSKA, TOMASZ P. OLEJNIK: Zastosowanie analizy strategicznej do zmian technologicznych w małym zakładzie piekarniczo-cukierniczym	113
BEATA MIKUTA, IZABELA MIŁKOWSKA, NATALIA SOBCZYK, ANITA SZCZECHOWICZ: Ocena spożycia podstawowych składników odżywczych przez osoby starsze z powiatu częstochowskiego	131
EDYTA ŻYROMSKA, BEATA BILSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA: Wybrane zwyczaje zakupowe mieszkańców województwa łódzkiego jako przyczyna marnotrawstwa żywności	143
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	158
Nowe książki	161
Technolog Żywności	166

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 (124)

Kraków 2020

Vol. 27

CONTENTS

From the Editor	3
DOROTA ZIELIŃSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA: Changes of the taxonomic nomenclature of important species of probiotic <i>Lactobacillus bacteria</i>	5
KATARZYNA NEFFE-SKOCIŃSKA, MARTA WÓJTOWICZ, MICHAŁ DĄBROWSKI, DANUTA JAWORSKA: Acetic acid bacteria as potential next-generation probiotics	15
IZABELA DMYTRÓW, KAROL WŁODARCZYK: Composition and nutritional value of mare's and jennet's milk as compared to cow's milk	28
ELŻBIETA ROSIAK, MATEUSZ GEMBA, ALEKSANDRA WESOŁOWSKA: Effect of freezing and thawing process on microbiological safety of human milk	40
KATARZYNA OSTRÓŻKA, DOROTA WICHROWSKA: Effect of sugar substitutes on aeration degree and meltability of medium-hard dairy ice cream	52
WIESŁAW PRZYBYLSKI, BARBARA SIONEK, DANUTA JAWORSKA, ANNA SPYCHALSKA, MARTYNA RUPIŃSKA: Effect of inulin addition on quality of fruit and vegetable sorbets	66
MAGDALENA GAJEWSKA, BEATA BARTODZIEJSKA, ANNA SZOSLAND-FAŁTYN: The use of fermentation processes to develop an innovative method of obtaining apple vinegar with health-promoting properties	77
AGNIESZKA REWUCKA, JADWIGA HAMUŁKA: Assessment of availability and composition of dietary supplements containing xanthophylls – lutein, zeaxanthin and astaxanthin	87
BARTŁOMIEJ RUDA, ANNA OKOŃ, MONIKA TRZĄSKOWSKA, PIOTR SZYMAŃSKI, ZBIGNIEW J. DOLATOWSKI: Effect of wood harvesting site on quality and health security of smoked sausages	100
BŁAŻEJ MIELCZAREK, KATARZYNA ŚLIŻEWSKA, TOMASZ P. OLEJNIK: Applying strategic analysis to technological changes in small bread and confectionery bakery	113
BEATA MIKUTA, IZABELA MIŁKOWSKA, NATALIA SOBCZYK, ANITA SZCZECZOWICZ: Assessing intake of basic nutrients by the elderly from Częstochowa district	131
EDYTA ŻYROMSKA, BEATA BILSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA: Selected shopping habits of inhabitants in Łódź voivodeship as cause of food waste	143
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation	158
Book reviews	161
The Food Technologist	166

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 (124) czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, który został poświęcony problematyce Sympozjów Naukowych pt. “Bezpieczeństwo żywnościowe i żywności” oraz „Probiotyki i prebiotyki w żywności”, które z powodu pandemii zostały przeniesione na 2021 rok i odbędą się w kwietniu w Kirach k. Zakopanego.

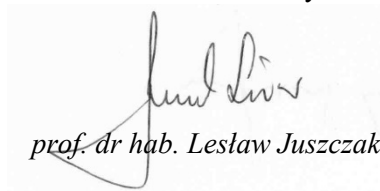
Sympozja zostały zorganizowane przez Katedrę Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie oraz Zarząd Główny PTTŻ.

Zamieszczone artykuły są poszerzonymi opracowaniami materiałów, które będą prezentowane w czasie konferencji. Polecamy je uwadze naszych Czytelników, mając nadzieję, że spełnią Państwa oczekiwania.

Zapraszamy do odwiedzania naszej strony internetowej:
<http://wydawnictwo.pttz.org>

Kraków, wrzesień 2020 r.

Redaktor Naczelny



prof. dr hab. Lesław Juszcak

KOMUNIKAT

W latach 2019 – 2020 Wydawnictwo Naukowe PTTŻ realizuje zadanie z zakresu upowszechniania publikacji naukowych, które ukazały się na łamach czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość:

„Digitalizacja publikacji naukowych wydanych w czasopiśmie Żywność. Nauka. Technologia. Jakość w latach 2019-2020 w celu zapewnienia otwartego dostępu do nich przez sieć Internet”.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Zadanie finansowane jest w ramach umowy nr 900/P-DUN/2019 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

DOROTA ZIELIŃSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA

ZMIANY NOMENKLATURY TAKSONOMICZNEJ WAŻNYCH GATUNKÓW PROBIOTYCZNYCH BAKTERII *LACTOBACILLUS*

Streszczenie

Gatunki *Lactobacillus* mają ogromne znaczenie w życiu człowieka, począwszy od ich kluczowej roli w fermentacji żywności, a skończywszy na korzystnym dla zdrowia wpływie na organizmy ludzi i zwierząt. Celem niniejszej pracy było przedstawienie, z uwzględnieniem historii rodzaju *Lactobacillus*, obecnej rewolucyjnej zmiany nomenklatury taksonomicznej, a także przedyskutowanie znaczenia tej zmiany dla konsumentów, producentów żywności probiotycznej i innych zainteresowanych stron. Piętnastu naukowców z dwunastu różnych instytucji i siedmiu różnych krajów przeanalizowało cały genom każdego znanego gatunku *Lactobacillus* i wskazało propozycję zmian. Propozycja ta została przyjęta do druku w oficjalnym dzienniku rejestrów nazw bakterii. W analizie autorzy przyjęli wielofazowe podejście i na tej podstawie dokonali reklasyfikacji rodzaju *Lactobacillus* na 25 rodzajów. Ta bezprecedensowa skala zmian może być myląca dla zainteresowanych stron. Jednakże wprowadza także szereg korzyści związanych ze zgrupowaniem blisko spokrewnionych bakterii w bardziej jednolite i stabilne ewolucyjnie taksony, a także ze stworzeniem możliwości lepszego projektowania ukierunkowanych grup żywności, cechujących się funkcjonalnością i biologiczną skutecznością.

Słowa kluczowe: *Lactobacillus*, probiotyki, taksonomia, rodzaj

Wprowadzenie

Pierwszy gatunek *Lactobacillus* – *Lactobacillus delbrueckii* nazwał w 1901 r. Beijerinck, a następnie badacze zajmujący się taksonomią przypisywali do tego rodzaju wiele innych podobnych bakterii, które izolowano z różnych źródeł. Do rodzaju *Lactobacillus* zalicza się mikroorganizmy Gram-dodatnie, fakultatywnie beztlenowe i niewytwarzające przetrwalników. Rodzaj ten należy do typu *Firmicutes*, klasy *Bacilli*, rzędu *Lactobacillales*, rodziny *Lactobacillaceae*, która obejmuje rodzaje *Lactobacil-*

Dr hab. D. Zielińska, prof. SGGW, prof. dr hab. D. Kołożyn-Krajewska, Katedra Technologii Gastro-
nomicznej i Higieny Żywności, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa.

Kontakt: dorota_zielinska@sggw.edu.pl; danuta_kolozyn_krajewska@sggw.edu.pl

lus, *Paralactobacillus* i *Pediococcus* [13]. Do marca 2020 r. rodzaj *Lactobacillus* obejmował 261 formalnie uznanych gatunków [22].

Gatunki *Lactobacillus* mają ogromne znaczenie w życiu człowieka, począwszy od ich kluczowej roli w fermentacji żywności, a skończywszy na korzystnym dla zdrowia wpływie na organizmy ludzi i zwierząt. Lloyd w książce *What on Earth Evolved?* [15] wymienił rodzaj *Lactobacillus* jako piątą najważniejszą kategorię żywych organizmów, które wpłynęły na planetę w całej jej ewolucyjnej historii. Zdolność do fermentacji surowców, tj. mleka, mięsa i roślin wpłynęły na ich skuteczne wykorzystanie w domowej, rzemieślniczej i przemysłowej produkcji żywności, przede wszystkim w celach konserwujących. W związku z tym wiele gatunków *Lactobacillus* ma długą historię bezpiecznego stosowania przez ludzi. Agencja ds. Żywności i Leków (FDA) w USA uznała je za ogólnie bezpieczne, przyznając im status GRAS, natomiast Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) uznał ich domniemane bezpieczeństwo. Większość bakterii znajdujących się na liście QPS stanowi naturalną mikrobiotę organizmu człowieka, z czego wynika owo „domniemane” bezpieczeństwo. Europejski sposób kwalifikacji QPS został zainspirowany koncepcją GRAS, którą stosuje się w USA, jednak GRAS jest objęty statusem prawnym, w przeciwieństwie do QPS [23].

Niektóre szczepy są uznawane także za probiotyki, co oznacza, że mogą szczególnie korzystnie oddziaływać na zdrowie człowieka – to stanowi wartość dodaną, poza podstawową wartością odżywczą. Produkty zawierające pałeczki fermentacji mlekowej dominują na światowym rynku probiotyków. Według Markets and Markets [8] rynek probiotyków składa się w dużej mierze z bakterii *Lactobacillus* i prognozuje się, że do 2023 r. osiągnie wartość 70 mld dolarów.

Rosnący popyt na szczepy probiotyczne spowodował potrzebę izolacji i identyfikacji nowych bakterii. Na przestrzeni lat badacze, którzy odkrywali nowe bakterie, grupowali wiele różnych gatunków pod wspólnym rodzajem *Lactobacillus*, co spowodowało narastające problemy z porządkiem taksonomicznym.

Celem niniejszej pracy było przedstawienie, z uwzględnieniem historii rodzaju *Lactobacillus*, obecnej rewolucyjnej zmiany nomenklatury taksonomicznej, a także przedyskutowanie znaczenia tej zmiany dla konsumentów, producentów żywności probiotycznej i innych zainteresowanych stron.

Przynależność taksonomiczna *Lactobacillus*

Od kilkudziesięciu lat narastał problem z przynależnością taksonomiczną *Lactobacillus*. Pierwotnie taksonomia pałeczek kwasu mlekowego bazowała na cechach fenotypowych obejmujących optymalną temperaturę wzrostu, wykorzystanie sacharydów i profil produkowanych metabolitów [3]. Rezultatem tej klasyfikacji jest popularny podział bakterii na homofermentatywne, fakultatywnie heterofermentatywne lub

obligatoryjnie heterofermentatywne. Wraz z rozwojem technik biologii molekularnej do określenia nowych gatunków bakterii wykorzystywano kryteria genotypowe i chemotaksonomiczne, w tym hybrydyzację DNA – DNA, zawartość zasad azotowych G + C (guanina + cytozyna) w łańcuchu DNA oraz strukturę chemiczną peptydoglikanu. Od 1983 r. w taksonomii bakterii powszechnie wykorzystuje się podobieństwo genów 16S rRNA [2]. Wprowadzenie analizy sekwencji genów 16S rRNA pozwoliło na opracowanie bardziej rozbudowanej taksonomii dla tego rodzaju, ale niestety ujawniło niewielką korelację między tradycyjną klasyfikacją uwzględniającą fenotyp a pokrewieństwem filogenetycznym. Ponadto obszerny opis gatunków „novel” *Lactobacillus* doprowadził do rozpoznania rosnącej liczby zmiennych podgrup filogenetycznych [5, 13, 17].

W ciągu ostatnich 15 lat sekwencjonowanie całych genomów bakterii stało się szeroko dostępne. Wskaźnik średnich wartości identyczności nukleotydów (ANI – ang. *average nucleotide identity*) stał się „złotym standardem” w porównywaniu parami sekwencji homologicznych genomów bakterii między sobą. Przyjęto, że wartość ANI wynosząca > 95 % predysponuje do zaklasyfikowania bakterii do tego samego gatunku [11]. Salvetti i wsp. [16] oraz Sun i wsp. [19] przeprowadzili badania genetyczne rodzaju *Lactobacillus* i doszli do przekonania, że wiele gatunków jest zbyt luźno spokrewnionych ze sobą, a wskaźniki podobieństwa genetycznego są zbyt niskie. Dowiedziono również, że przedstawiciele innych rodzajów, takich jak *Pediococcus* oraz członkowie rodziny *Leuconostocaceae* (*Convivina*, *Fructobacillus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus* i *Weissella*) są wymieszani z gatunkami z rodzaju *Lactobacillus*, co oczywiście stanowi naruszenie wymogu monofiletycznego.

Wśród badaczy narastało przekonanie, że rodzaj *Lactobacillus* jest zbyt zróżnicowany i niezgodny z konwencjami nazewnictwa. Co więcej, istotne stało się podzielenie rodzaju na grupy, które mają wspólne pewne właściwości fizjologiczne, metaboliczne i warunki życia. Zabieg ten powinien ułatwić badania bakterii z tego rodzaju, a także wprowadzić poprawną klasyfikację rodzaju bazującą na różnicach w genomie [14, 16, 21]. W celu rozwiązania tego problemu 15 naukowców (tab. 1) z 12 różnych instytucji i 7 różnych krajów przeanalizowało cały genom każdego gatunku *Lactobacillus*. Ich propozycja została przyjęta do publikacji w oficjalnym dzienniku rejestrów nazw bakterii (*International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 15 kwietnia 2020 r.). W analizie autorzy przyjęli wielofazowe podejście i na tej podstawie dokonali reklasyfikacji rodzaju *Lactobacillus* na 25 rodzajów, w tym zmieniony rodzaj *Lactobacillus*, który obejmuje organizmy przystosowane do żywiciela, określane jako grupa *L. delbrueckii*; *Paralactobacillus*. Wprowadzono 23 nowe rodzaje: *Acetilactobacillus*, *Agrilactobacillus*, *Amylolactobacillus*, *Apilactobacillus*, *Bombilactobacillus*, *Companilactobacillus*, *Dellaglioia*, *Fructilactobacillus*, *Furfurilactobacillus*, *Holzappelia*, *Lacticaseibacillus*, *Lactiplantibacillus*, *Lapidilactobacillus*, *Latilactobacillus*, *Len-*

tilactobacillus, *Levilactobacillus*, *Ligilactobacillus*, *Limosilactobacillus*, *Liquorilactobacillus*, *Loigolactobacillus*, *Paucilactobacillus*, *Schleiferilactobacillus* i *Secundilactobacillus* [22].

Niektóre nazwy rodzajów się zmieniły, jednak część nazw wskazujących na gatunki nie uległa zmianie. W tab. 2. przedstawiono kilka przykładów zmian nazw ważnych probiotycznych pałeczek fermentacji mlekowej. Należy podkreślić, że wszystkie nowe rodzaje proponowane dla tej grupy zaczynają się na literę „L”, więc nadal można używać skrótu rodzaju „L.”.

Tabela 1. Grupy badawcze zaangażowane w zbadanie genomu bakterii z rodzaju *Lactobacillus*

Table 1. Research groups involved in studying genome of *Lactobacillus* bacteria

1.	Jinshui Zheng, State Key Laboratory of Agricultural Microbiology, Hubei Key Laboratory of Agricultural Bioinformatics, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, P.R. China
2.	Stijn Wittouck, Research Group Environmental Ecology and Applied Microbiology, Department of Bioscience Engineering, University of Antwerp, Antwerp, Belgium
3.	Elisa Salvetti, Department of Biotechnology, University of Verona, Verona, Italy
4.	Charles M.A.P. Franz, Department of Microbiology and Biotechnology, Max Rubner-Institut, Kiel, Germany
5.	Hugh M.B. Harris, School of Microbiology and APC Microbiome Ireland, University College Cork, Cork, Ireland
6.	Paola Mattarelli, Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, Bologna, Italy
7.	Paul W. O'Toole, School of Microbiology and APC Microbiome Ireland, University College Cork, Cork, Ireland
8.	Bruno Pot, Research Group of Industrial Microbiology and Food Biotechnology (IMDO), Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium
9.	Peter Vandamme, Laboratory of Microbiology, Department of Biochemistry and Microbiology, Ghent University, Ghent, Belgium
10.	Jens Walter, Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Canada
11.	Koichi Watanabe, Department of Animal Science and Technology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan R.O.C.; Bioresource Collection and Research Center, Food Industry Research and Development Institute, Hsinchu, Taiwan R.O.C.
12.	Sander Wuyts, Research Group Environmental Ecology and Applied Microbiology, Department of Bioscience Engineering, University of Antwerp, Antwerp, Belgium
13.	Giovanna E. Felis, Department of Biotechnology, University of Verona, Verona, Italy
14.	Michael G. Gänzle, Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Edmonton, Canada; College of Bioengineering and Food Science, Hubei University of Technology, Wuhan, Hubei, P.R. China
15.	Sarah Lebeer, Research Group Environmental Ecology and Applied Microbiology, Department of Bioscience Engineering, University of Antwerp, Antwerp, Belgium

Znaczenie zmian nomenklatury taksonomicznej *Lactobacillus* dla konsumentów i producentów żywności

W przeszłości często zmieniały się nazwy pojedynczych gatunków rodzaju *Lactobacillus*, jednak obecnie blisko 200 gatunków zmieniło nazwę rodzaju podczas jednej operacji. To bezprecedensowa skala zmian, która może powodować dezorientację wśród zainteresowanych stron [20].

Zmiany nazw większości bakterii fermentacji mlekowej bez wątpienia wpłyną zarówno na konsumentów, producentów żywności, na środowiska naukowe, jak i organy ustawodawcze i inspekcje. Konsumenti mogą być zdezorientowani listą składników żywności lub suplementów diety uwzględniającą nową taksonomię bakterii. Etykiety będą musiały zostać zaktualizowane, np. *Lacticaseibacillus rhamnosus* GG (ATCC 53103), wcześniej sklasyfikowany jako *Lactobacillus rhamnosus* GG (ATCC 53103). Podobne problemy mogą napotkać naukowcy, a także prawnicy i urzędnicy analizujący stan techniki związany ze zgłoszeniem patentowym. Ważne będzie uwzględnienie nowych nazw w przyszłych publikacjach i nowych zgłoszeniach patentowych, ale kluczowe będzie wyszukiwanie literatury zarówno z poprzednimi, jak i z nowymi nazwami bakterii. Dobra komunikacja będzie kluczem do udokumentowania, że badania kliniczne i publikacje powołujące się na szczep o starej nazwie dotyczą szczepu oznaczonego nowymi nazwami [14, 20].

Organy regulacyjne i rządy będą również musiały zaktualizować pozytywne listy bakterii i zapewnić, że same bakterie, ich skuteczność i bezpieczeństwo pozostają niezmienione. EFSA, Health Canada i FDA muszą dostosować swoją literaturę i komunikaty. Co więcej, ustawodawcy są zobowiązani porównać raporty laboratoryjne z listami bezpieczeństwa biologicznego w celu weryfikacji z QPS, GRAS, GMO, dodatkami, IDF lub krajowymi listami [7]. Na przykład w unijnym rejestrze dodatków paszowych ponad 90 % produktów zawiera pałeczki fermentacji mlekowej, co będzie wymagało zmiany nazwy w specyfikacji produktów. Ze względu na wyzwania związane ze zmianą nazw bakterii *Lactobacillus*, naukowcy zaangażowani w ten projekt opracowali narzędzie internetowe <http://lactotax.embl.de/wuyts/lactotax>, które ułatwia określenie nowych nazw wszystkich gatunków *Lactobacillus* [6].

Oficjalne stanowisko w tej sprawie zajął także Europejski Urząd do spraw Bezpieczeństwa Żywności (EFSA). Uznano, że aby zachować ciągłość w ramach listy QPS, wszystkie szczepy należące do wcześniej zdefiniowanego rodzaju *Lactobacillus* zostaną przeniesione do nowego rodzaju. Zachowane zostaną zarówno poprzednie, jak i nowe nazwy. Na liście QPS znalazło się 37 gatunków, które sklasyfikowano w 13 rodzajach, z których 10 należy teraz do nowego rodzaju *Lactobacillus* (homonimiczna nazwa poprzedniej nazwy rodzaju), pięć należy do rodzaju *Limosilactobacillus*, cztery – do *Lentilactobacillus*, po trzy – do każdego *Ligilactobacillus*, *Lacticaseibacillus*

Tabela 2. Nazwy wybranych gatunków probiotycznych *Lactobacillus*Table 2. Names of selected species of probiotic *Lactobacillus*

Poprzednia nazwa Former name	Nowa nazwa New names	Informacja Information
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus crispatus</i> <i>Lactobacillus gasseri</i> <i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactobacillus iners</i> <i>Lactobacillus jensenii</i> <i>Lactobacillus johnsonii</i>	Bez zmian, pozostaje rodzaj <i>Lactobacillus</i> No changes, <i>Lactobacillus</i> genus remains	Są to organizmy przystosowane do żywiciela, homofermentacyjne i termofilne These are host-adapted, homo- fermentative and thermophilic organisms
<i>Lactobacillus casei</i> <i>Lactobacillus paracasei</i> <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Lacticaseibacillus casei</i> <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> <i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i>	Lacti i casei = pozyskiwane z mleka i skrzepu kazeinowego Lacti and casei = derived from milk and casein cheese
<i>Lactobacillus sakei</i> <i>Lactobacillus curvatus</i>	<i>Latilactobacillus sakei</i> <i>Latilactobacillus curvatus</i>	Latus = szeroki, <i>Latilactobacillus</i> – szeroko rozpowszechniony Latus = wide, broad, <i>Latilactoba- cillus</i> – widespread
<i>Lactobacillus salivarius</i>	<i>Ligilactobacillus salivarius</i>	Ligare = łączyć, bakterie łatwo adaptujące się do żywiciela Ligare = unite; bacteria that are easily adaptive to host
<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus pentosus</i>	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> <i>Lactiplantibacillus pentosus</i>	Lacti, planti = pochodzące z mleka i produktów roślinnych Lacti, planti = derived from milk and plant products
<i>Lactobacillus fermentum</i> <i>Lactobacillus reuteri</i>	<i>Limosilactobacillus fermentum</i> <i>Limosilactobacillus reuteri</i>	Limosi = śluzowaty, wynikający ze zdolności szczepów do wytwa- rzania egzopolisacharydów Limosi = slimy, resulting from ability of strains to produce exopolysaccharides
<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Levilactobacillus brevis</i>	Levare = podniesienie, <i>Lactoba- cillus</i> z potencjałem zakwaszania Levare = uplift, <i>Lactobacillus</i> with acidification potential
<i>Lactobacillus buchneri</i> <i>Lactobacillus kefir</i>	<i>Lentilactobacillus buchneri</i> <i>Lentilactobacillus kefir</i>	Lentus = powolny, odnoszący się do powolnego wzrostu z mleczanem lub propanodiolem jako źródłem węgla Lentus = slow, referring to slow growth with lactate or propanediol as source of carbon

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [22] / the author's own study based on [22]

i *Lactiplantibacillus*, po dwa – do *Companilactobacillus* i *Latilactobacillus* oraz po jednym – do każdego z rodzajów *Levilactobacillus*, *Secundilactobacillus*, *Loigolactobacillus*, *Fructilactobacillus* i *Lapidilactobacillus* [4].

Eksperti z IPA (*International Probiotic Association in Europe*) oraz ISAPP (*International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics*) opracowali naukowe kryteria, aby zapewnić prawidłowe stosowanie terminu probiotyk. Kluczowym elementem prawidłowej charakterystyki probiotyków jest właściwa identyfikacja i nazewnictwo szczepu. Stwierdzono, że „złotym standardem” identyfikacji bakterii probiotycznych jest sekwencjonowanie całego genomu, w tym wszelkich elementów pozachromosomalnych. Ponadto szczepy probiotyczne należy nazywać zgodnie z aktualnie obowiązującą nomenklaturą bakteryjną, bazującą na Międzynarodowym Kodeksie Nomenklatury [10]. Zaktualizowana lista nazw prokariotycznych występujących w nomenklaturze jest dostępna pod adresem <http://www.bacterio.net> [12].

Należy jednak podkreślić, że chociaż rodzaj i nazwa gatunku określonego szczepu mogą ulec zmianie, oficjalne oznaczenie szczepu (numer szczepu znany w jednej lub większej liczbie kolekcji kultur referencyjnych) pozostanie bez zmian, ponieważ procedura zmiany nazwy obejmuje tylko nazwę rodzaju *Lactobacillus* [1].

Pod względem naukowym rezultatem wydzielenia nowych grup taksonomicznych jest bliższe spokrewnienie gatunków zaklasyfikowanych do nowego rodzaju. Istnieje zatem większe prawdopodobieństwo, że mają one wspólne cechy fizjologiczne. Może to ułatwić zrozumienie wspólnych mechanizmów, które decydują o korzyściach zdrowotnych. Na przykład bakterie przystosowane do żywiciela są bardziej konkurencyjne w porównaniu z bakteriami, które nie mają wspólnej historii ewolucyjnej z gospodarzem, co może być interesujące przy opracowywaniu produktu mającego na celu antagonizm w stosunku do patogenów. Bakterie niepołączone ewolucyjnie z żywicielem będą natomiast potencjalnie słabiej tolerowane przez organizm człowieka lub zwierząt i bardziej skłonne do indukowania odpowiedzi immunologicznej, co może być ważne przy opracowywaniu produktów wspomagających odporność [3, 9, 18].

Podsumowanie

Pełne przejście od starej do nowej nomenklatury bakterii z rodzaju *Lactobacillus* będzie procesem żmudnym i długotrwałym. Obecnie wszystkie zainteresowane strony muszą przyzwyczać się do nowych nazw pojawiających się na etykietach żywności i suplementów diety, a naukowcy i ustawodawcy – dołożyć starań, aby używać nowych, poprawnych nazw. Podobne narastające problemy z porządkiem nomenklatury taksonomicznej obserwuje się w rodzaju *Bifidobacterium*. Jak dotąd nazewnictwo bakterii z tej grupy nie zmieniło się, ale wkrótce można spodziewać się także w tym przypadku zmiany nomenklatury.

Chociaż wszystkie te kwestie mogą wydawać się dość niepokojące, w rezultacie zaproponowane zmiany wprowadzają szereg korzyści. Należą do nich:

- zgrupowanie blisko spokrewnionych bakterii w bardziej jednolite i stabilne ewolucyjnie taksony,
- stworzenie możliwości zdefiniowania dokładniejszych markerów molekularnych, które ułatwią identyfikację i przyczynią się do lepszego poznania i zrozumienia specyfiki nowych grup bakterii,
- pozytywny wpływ na projektowanie ukierunkowanych grup żywności, cechujących się funkcjonalnością i skutecznością prozdrowotną.

Praca finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach środków na utrzymanie potencjału badawczego Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka, SGGW w Warszawie.

Literatura

- [1] Binda S., Hill C., Johansen E., Obis D., Pot B., Sanders M.E., Tremblay A., Ouwehand, A.C.: Criteria to qualify microorganisms as “Probiotic” in foods and dietary supplements. *Front. Microbiol.*, 2020, 11, #1662.
- [2] Collins M.D., Rodrigues I.I., Ash C., Aguirre M., Farrow J.A.E., Martinez-Murcia A., Phillips B.A., Williams A.M., Wallbanks S.: Phylogenetic analysis of the genus *Lactobacillus* and related lactic acid bacteria as determined by reverse transcriptase sequencing of 16S rRNA. *FEMS Microbiol. Lett.*, 1991, 77 (1), 5-12.
- [3] Duar R.M., Lin X.B., Zheng J., Martino M.E., Grenier T., Pérez-Muñoz M.E., Leulier F., Gänzle M., Walter J.: Lifestyles in transition: Evolution and natural history of the genus *Lactobacillus*. *FEMS Microbiol. Rev.* 2017, 1 (41), 27-48.
- [4] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ): Update of the list of QPS-recommended biological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 12: Suitability of taxonomic units notified to EFSA until March 2020. *EFSA J.*, 2020, 18 (7), #6174.
- [5] Felis G.E., Dellaglio F.: Taxonomy of lactobacilli and bifidobacteria. *Curr. Issues Intest. Microbiol.*, 2007, 8 (2), 44-61.
- [6] Baza Lactotax. [on line]. Dostęp w Internecie [25.08.2020]: <http://lactotax.embl.de/wuyts/lactotax>
- [7] Laulund S., Wind A., Derkx P.M., Zuliani V.: Regulatory and safety requirements for food cultures. *Microorganisms*, 2017, 5 (2), #28.
- [8] Markets and Markets: Probiotics market by application (functional food & beverages [dairy products, non-dairy beverages, infant formula, cereals], dietary supplements, feed), ingredient (bacteria, yeast), form (dry, liquid), end user, and region – global forecast to 2023. [on line]. Dostęp w Internecie [25.08.2020]: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/probiotic-market-advanced-technologies-and-global-market-69.html>
- [9] Pane M., Vinot N.: The *Lactobacillus* taxonomy change is coming: Why, and how to make the most of it? [on line]. Dostęp w Internecie [25.08.2020]: <https://www.microbiometimes.com/the-lactobacillus-taxonomy-change-is-coming-why-and-how-to-make-the-most-of-it>
- [10] Parker C.T., Tindall B.J., Garrity G.M.: International code of nomenclature of Prokaryotes. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 2019, 69(1A), 1-111.

- [11] Parks D.H., Chuvpochina M., Chaumeil P.A., Rinke C., Mussig A.J., Hugenholtz P.: A complete domain-to-species taxonomy for Bacteria and Archaea. *Nature Biotechnol.*, 2020, 38, 1079-1086.
- [12] Parte A.C.: LPSN – List of prokaryotic names with standing in nomenclature (bacterio.net), 20 years on. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 2018, 68, 1825-1829.
- [13] Pot B., Felis G.E., De Bruyne K., Tsakalidou E., Papadimitriou K., Leisner J., Vandamme P.: The genus *Lactobacillus*. In: *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy*. Eds. W. H. Holzapfel, B.J.B. Wood. Wiley-Blackwell, 2014, pp. 249-353.
- [14] Pot B., Salvetti E., Mattarelli P., Felis G.E.: The potential impact of the *Lactobacillus* name change: The results of an expert meeting organised by the Lactic Acid Bacteria Industrial Platform (LABIP). *Trends Food Sci. Technol.*, 2019, 94, 105-113.
- [15] Lloyd Ch.: *What on Earth Evolved? 100 Species That Changed the World*. Bloomsbury Publishing, London 2009.
- [16] Salvetti E., Harris H.M.B., Felis G.E., O'Toole P.W.: Comparative genomics of the genus *Lactobacillus* reveals robust phylogroups that provide the basis for reclassification. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2018, 84 (17), #00993-18.
- [17] Salvetti E., Torriani S., Felis G.E.: The genus *Lactobacillus*: A taxonomic update. *Probiotics Anti-microb. Proteins*, 2012, 4 (4), 217-226.
- [18] Sanders M.E., Benson A., Lebeer S., Merenstey D.J., Klaenhammer T.R.: Shared mechanisms among probiotic taxa: Implications for general probiotic claims. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 2018, 49, 207-216.
- [19] Sun Z., Harris H.M.B., McCann A., Guo C., Argimón S., Zhang W., Yang X., Jeffery I.B., Cooney J.C., Kagawa T.F., Liu W., Song Y., Salvetti E., Wrobel A., Rasinkangas P., Parkhill J., Rea M.C., O'Sullivan O., Ritari J., Douillard F.P., Paul Ross R., Yang R., Briner A.E., Felis G.E., de Vos W.M., Barrangou R., Klaenhammer T.R., Caufield P.W., Cui Y., Zhang H., O'Toole P.W.: Expanding the biotechnology potential of lactobacilli through comparative genomics of 213 strains and associated genera. *Nat. Commun.*, 2015, 6 (1), 1-13.
- [20] Vinot N., Pane M.: The *Lactobacillus* taxonomy change has arrived! What do you need to know? [on line]. Dostęp w Internecie [25.08.2020]: <https://www.microbiometimes.com/the-lactobacillus-taxonomy-change-has-arrived-what-do-you-need-to-know>
- [21] Zheng J., Ruan L., Sun M., Gänzle M.A.: Genomic view of lactobacilli and pediococci demonstrates that phylogeny matches ecology and physiology. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2015, 81 (20), 7233-7243.
- [22] Zheng J., Wittouck S., Salvetti E., Franz Ch.M.A.P., Harris H., Mattarelli P., O'Toole P.W., Pot B., Vandamme P., Walter J., Watanabe K., Wuyts S., Felis G.E., Gänzle M.G., Lebeer S.: A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 2020, 70 (4). DOI: 10.1099/ijsem.0.004107.
- [23] Zielińska D., Sionek B., Kołożyn-Krajewska D.: Safety of probiotics. In: *Diet, Microbiome and Health*. Eds. A. Grumezescu, A.M. Holban. Academic Press, London 2018, pp. 131-161.

CHANGES OF THE TAXONOMIC NOMENCLATURE OF IMPORTANT SPECIES OF PROBIOTIC *LACTOBACILLUS* BACTERIA

S u m m a r y

From their key role in food fermentation to their beneficial effects on human and animal bodies, *Lactobacillus* species are of great importance in human life. The objective of this paper was to present a cur-

rent revolutionary change in taxonomic nomenclature with reference to the history of *Lactobacillus* genus, and to discuss the impact of that change on consumers, probiotic food producers, and other interested parties. Fifteen scientists from twelve different institutions and seven different countries analyzed the entire genome of every known *Lactobacillus* species and suggested changes. Their proposition was accepted for publication in the official journal of bacterial name registers. The authors assumed a multiphase approach in their analyses and on this basis they reclassified the *Lactobacillus* genus into 25 types. This unprecedented scale of changes can be confusing to the interested. However it also has a number of benefits associated with grouping closely related bacteria into more uniform and evolutionarily stable taxa and also with creating a possibility to better design targeted food groups characterised by functionality and biological effectiveness.

Key words: *Lactobacillus*, probiotics, taxonomy, genus ☒

KATARZYNA NEFFE-SKOCIŃSKA, MARTA WÓJTOWICZ,
MICHAŁ DĄBROWSKI, DANUTA JAWORSKA

BAKTERIE KWASU OCTOWEGO JAKO POTENCJALNE PROBIOTYKI NOWEJ GENERACJI

Streszczenie

Bakterie kwasu octowego (ang. AAB – Acetic Acid Bacteria) występują powszechnie w środowisku. Biorą udział w procesach fermentacji żywności, na której występują naturalnie lub są dodawane celowo dla uzyskania produktu o pożądanych właściwościach. Bakterie te są izolowane m.in. z roślin i produktów z nich wytwarzanych, z fermentowanej żywności i napojów. Mikroorganizmy te w procesie fermentacji wytwarzają wiele związków, wśród których można wyróżnić kwasy glukuronowy i glukonowy, a także inne kwasy organiczne oraz witaminy. Z przedstawionego przeglądu literatury naukowej wynika, że bakterie kwasu octowego mogą mieć zastosowanie terapeutyczne oraz biotechnologiczne i technologiczne. AAB mają duże znaczenie dla przemysłu spożywczego, zarówno jako bakterie korzystne, jak i szkodliwe w wielu procesach produkcyjnych, w łańcuchu dostaw i podczas przechowywania produktów. Pomimo dużego potencjału i szerokich możliwości aplikacyjnych wykorzystywanie bakterii kwasu octowego na skalę masową jest jednak wciąż ograniczone.

W ostatnich latach duże zainteresowanie wzbudzają bakterie wykazujące właściwości prozdrowotne i probiotyczne, jednak, aby dany szczep został uznany za probiotyczny, musi spełnić określone wymagania. Bakterie kwasu octowego nie kolonizują jelita grubego, ale wykazują wiele właściwości prozdrowotnych i terapeutycznych, co uzasadnia możliwość ich zaliczenia do grupy probiotyków nowej generacji.

Słowa kluczowe: bakterie kwasu octowego (AAB), probiotyki, probiotyki nowej generacji, korzyści zdrowotne

Wprowadzenie

W ostatnich latach liczba publikacji dotyczących mikroflory bakteryjnej jelit stale wzrasta, a wyniki przeprowadzonych badań jednoznacznie wskazują na występowanie silnej zależności pomiędzy stanem jelit a ogólnym zdrowiem człowieka [8, 21, 35, 39].

*Dr inż. K. Neffe-Skocińska, mgr inż. M. Wójtowicz, mgr inż. M. Dąbrowski, dr hab. D. Jaworska,
Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła
Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa.
Kontakt: katarzyna_neffe_skocinska@sggw.edu.pl*

Bakterie jelitowe są odpowiedzialne za kształtowanie układu odpornościowego, ochronę przed patogenami, regulację wydzielania hormonów żołądkowo-jelitowych, a także biorą udział w prawidłowym funkcjonowaniu mózgu [14, 35, 39].

Z ogólnie przyjętej definicji sformułowanej przez ekspertów Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) i Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) oraz po poprawkach wprowadzonych przez International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) mianem probiotyków nazywa się „żywe mikroorganizmy, które podane w odpowiedniej liczbie wykazują korzystny wpływ na zdrowie gospodarza”, jak również, którym podczas badań *in vitro* oraz *in vivo* nadano status GRAS [9, 18]. W ostatnich latach coraz popularniejsza staje się tematyka probiotyków nowej generacji (Next Generation Probiotic). Można je określić jako drobnoustroje spełniające kryteria mikroorganizmów o właściwościach probiotycznych, jednak niepełniących do tej pory ich funkcji [44]. Ograniczenia te są spowodowane m.in. poprzez wytyczne FAO/WHO, mówiące o pochodzeniu potencjalnych mikroorganizmów probiotycznych z przewodu pokarmowego człowieka. Z drugiej strony w coraz większej liczbie przeprowadzonych badań można znaleźć informacje na temat pozyskiwania nowych szczepów o właściwościach prozdrowotnych, probiotycznych z żywności tradycyjnej, regionalnej, fermentowanej spontanicznie [27, 29, 41, 51, 52]. Obszar poszukiwań „nowych probiotyków” zawęża się głównie do grupy bakterii fermentacji mlekowej [16, 17, 44]. Mniejszą uwagę przywiązuje się do innych grup mikroorganizmów bezpiecznych dla człowieka, znanych od lat, które oprócz przydatności technologicznej wykazują dodatkowo efekt prozdrowotny [13, 16, 17]. Dobrym przykładem probiotyków nowej generacji są bakterie kwasu octowego (ang. Acetic Acid Bacteria – AAB). Mikroorganizmy te występują powszechnie w środowisku. Biorą udział w procesach fermentacji żywności, na której występują naturalnie lub są dodawane celowo dla uzyskania produktu o pożądanych właściwościach. Bakterie AAB w procesie fermentacji wytwarzają wiele związków, wśród których można wyróżnić kwas glukuronowy i glukonowy, a także inne kwasy organiczne oraz witaminy. AAB jako organizmy tlenowe nie mogą kolonizować jelita grubego, tak jak bakterie kwasu mlekowego czy komensale, wykazują jednak szereg właściwości prozdrowotnych i terapeutycznych, co uzasadnia postawienie tezy, że szczepy AAB można zaliczyć do grupy probiotyków nowej generacji [3, 6, 7, 13, 16, 17, 32].

Celem pracy była krytyczna analiza dostępnych źródeł literaturowych ze względu na możliwość zaliczenia bakterii kwasu octowego do grupy probiotyków nowej generacji.

Charakterystyka bakterii kwasu octowego

Bakterie kwasu octowego (ABB) są grupą komórek Gram-ujemnych lub Gram-zmiennych, o kształtach od elipsoidalnych do pręcikowych, bezwzględnie tlenowych

z tlenem jako końcowym akceptorem elektronów. Są to nieprzetrwalnikujące pałeczki o wymiarach $(0,4 \div 1 \mu\text{m}) \times (0,8 \div 4,5 \mu\text{m})$, występujące pojedynczo lub tworzące łańcuszki. Są katalazo-dodatnie i oksydazo-ujemne [22]. Optymalna temperatura wzrostu większości AAB wynosi 25 - 30 °C, należą zatem do mikroorganizmów mezofilnych [3]. Bakterie te najlepiej rozwijają się w środowisku, którego pH wynosi $5,0 \div 6,5$. Mają zdolność do namnażania także w środowisku o obniżonym odczynie pH do ok. $3 \div 4$ [22]. Wytwarzają kwas octowy z etanolu przez dwie kolejne reakcje katalityczne dehydrogenazy alkoholowej (ADH) i dehydrogenazy aldehydowej (ALDH) związanych z błoną. Oprócz alkoholi i aldehydów AAB są zdolne do utleniania różnych cukrów i alkoholi cukrowych, takich jak D-glukoza, glicerol i D-sorbitol [25]. Szczepy *Acetobacter* mogą dalej utleniać kwas octowy do CO₂ i wody w cyklu Krebsa. Dzięki aktywności cyklu Krebsa szczepy *Acetobacter* są również w stanie metabolizować różne kwasy organiczne, tj. octowy, cytrynowy, fumarowy, mlekowy, jabłkowy, pirogronowy i bursztynowy. Szczepy *Gluconobacter* nie wykazują takiego działania z powodu nieaktywności dwóch enzymów dehydrogenazy α -ketoglutaranu i dehydrogenazy bursztynianowej [31].

Ze względu na dużą różnorodność morfologiczną i fizjologiczną, izolacja, oczyszczanie, identyfikacja oraz konserwacja AAB jest trudna. Do identyfikacji AAB za pomocą różnych mediów można zastosować metody fenotypowe bazujące na zdolnościach fizjologicznych, które zostały obecnie uzupełnione lub zastąpione technikami molekularnymi, związanymi z analizą DNA i RNA [38].

W przypadku większości mikroorganizmów kwas octowy jest szkodliwy w stężeniu 0,5 %. Odporność AAB na kwas octowy przy synergistycznym działaniu etanolu jest zależna od szczepu. W warunkach obniżonego pH AAB nadal rosną i utleniają etanol, nawet gdy cytoplazmatyczne pH obniży się do wartości 3,7. Pod tym względem AAB różnią się od innych acidofilów, z których większość toleruje tylko nieprzepuszczalne dla błony kwasy mineralne (np. HCl) i unikają zakwaszenia cytoplazmatycznego [31]. Enzym syntaza cytrynianowa odgrywa kluczową rolę w tej oporności, która detoksykuje kwas octowy przez włączenie do cyklu Krebsa lub cyklu kwasu glioksylanowego. Syntaza cytrynianowa może również dostarczać dużych ilości ATP niezbędnych do przezwyciężenia toksycznego działania kwasu [48]. W poszukiwaniu innych mechanizmów oporności na kwas octowy najbardziej prawdopodobna była pompa wypływowa w błonie cytoplazmatycznej, która wypompowuje kwas octowy z komórki, czego przykładem jest szczep *A. aceti* IFO 3283 [31].

Bakterie kwasu octowego występują w środowisku bogatym w sacharydy, będącym źródłem węgla potrzebnego do wzrostu. Poszczególne szczepy AAB można spotkać w środowiskach klimatu tropikalnego, śródziemnomorskiego i umiarkowanego [3]. AAB należące do rodzaju *Acetobacter* są izolowane częściej niż *Gluconobacter* sp. Yamada i wsp. [10] wyizolowali sześćdziesiąt cztery AAB z pochodzących z Indonezji

owoców, kwiatów i sfermentowanej żywności oraz zidentyfikowali je jako szczepy *Acetobacter* (czterdzieści pięć izolatów), szczepy *Gluconacetobacter* (osiem izolatów) i szczepy *Gluconobacter* (jedenaście izolatów). AAB wyizolowano również z owoców zebranych w Tajlandii. Izolaty należące do *A. pasteurianus* wykryto w jabłkach, bananach, winogronach, owocach guawy, owocu jack, limonkach kaffir, pomarańczach, papai, brzoskwinia, ananasach, marakui, jabłkach, agrestie gwiazdkowatym, truskawkach, melonach wodnych, pomidorach i soku palmowym, podczas gdy *Acetobacter orientalis* i *Gluconacetobacter liquefaciens* stwierdzono w owocach gwiazdzistych i soku palmowym [37]. Naturalnym środowiskiem bytowania bakterii octowych z rodzaju *Asaia* są tropikalne kwiaty, owady i owoce. Bakterie kwasu octowego izolowano także z ziaren kawy arabiki, fermentowanych ziaren kakaowca, gnijących jabłek, owoców tropikalnych, suszonych owoców, kwiatów, kukurydzy, pyłków kwiatowych, korzeni trzciny cukrowej i z dzikiego ryżu [38].

Właściwości prozdrowotne i potencjalnie probiotyczne

Bakterie AAB w procesie fermentacji różnych surowców żywnościowych wytwarzają wiele związków, wśród których można wyróżnić kwas glukuronowy, a także inne kwasy organiczne oraz witaminy o istotnie korzystnym wpływie na zdrowie człowieka. Bakterie te mają pewne cechy probiotyków i mogą być uważane za potencjalne probiotyki nowej generacji (tab. 1) [16, 17, 27, 49].

Tabela 1. Zestawienie gatunków AAB o właściwościach potencjalnie probiotycznych

Table 1. List of ABB species with potentially probiotic properties

Gatunek AAB AAB species	Właściwości / Properties	Źródło Source
<i>Acetobacter cibi-nongensis</i>	– zahamowanie wzrostu patogenów / growth inhibition of pathogens – dobra przeżywalność w modelowym układzie pokarmowym / good survivability in model digestive system – wrażliwość na antybiotyki / antibiotic sensitivity	[16, 17]
<i>Acetobacter indonesiensis</i>	– zahamowanie wzrostu patogenów / growth inhibition of pathogens – dobra przeżywalność w modelowym układzie pokarmowym / good survivability in model digestive system	[16, 17]
<i>Acetobacter syzygii</i>	– wrażliwość na antybiotyki / antibiotic sensitivity – działanie przeciwnowotworowe / anti-cancer effect	
<i>Gluconobacter oxydans</i>	– wysoka przeżywalność w modelowym układzie pokarmowym / high survivability in model digestive system – produkcja glukooligosacharydów / production of gluco-oligosaccharides – wysoka oporność na niskie pH / high resistance to low pH – wrażliwość na antybiotyki / antibiotic sensitivity – produkcja kwasu glukonowego i glukuronowego / production of gluconic and glucuronic acid	[27, 49]

Kluczowymi metabolitami AAB o właściwościach prozdrowotnych są kwasy organiczne [7], np. 1,4-lakton kwasu D-sacharynowego (DSL) jest składnikiem pochodzącym z kwasu D-glukarowego (produkt szlaku GlcUA), który wykazuje właściwości detoksykujące i przeciwutleniające [47]. DSL może hamować aktywność glukozydazy, a tym samym ułatwiać kwasowi glukuronowemu usuwanie substancji toksycznych, w tym substancji rakotwórczych (WWA, niektórych nitrozoamin, aromatycznych amin i toksyn grzybowych), niektórych promotorów nowotworów (hormonów steroidowych) i hepatotoksyn (acetaminofenu). Dodatkowo mogą modulować poziomy estradiolu i innych hormonów steroidowych oraz ich wydalanie w postaci glukuronidów [23].

Kolejno na uwagę zasługuje kwas glukuronowy (GlcUA), który odgrywa rolę w ksenobiotycznej detoksykacji wątroby. Wykazuje on zdolność łączenia się z cząsteczkami toksyny, ułatwiając ich eliminację z organizmu, co czyni go składnikiem wspomagającym funkcję wątroby. Jest również zaangażowany w eliminację endobiotyczną, m.in. bilirubiny, w ten sposób GlcUA (poprzez glukuronidację) zapobiega toksycznemu działaniu tego pigmentu. GlcUA bierze również udział w zwiększonej biodostępności polifenoli. Fenole są skoniugowane z GlcUA, co ułatwia ich transport i biodostępność. Izoforma UGT1A z rodziny glukuronozylotransferaz, zlokalizowana w jelitach, jest tą, która bierze udział w glukuronidacji polifenoli [11]. Jako substrat procesu glukuronidacji GlcUA jest również ważny w biotransformacji i ochronie kwasów tłuszczowych przed peroksydacją lipidów, zwłaszcza wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, które są niezbędnymi związkami dla organizmu, niezbędnymi składnikami błon komórkowych i prekursorami eikozanoidów. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe są podatne na działanie reaktywnych form tlenu, wywołując tym samym reakcje łańcuchowe, które uszkadzają cząsteczkę kwasu tłuszczowego. Peroksydacja została uznana za czynnik ryzyka rozwoju niektórych chorób, takich jak miażdżyca, uszkodzenie nerek i choroba Parkinsona [34].

GlcUA jest konieczny dla wielu funkcji organizmu, ponieważ jest składnikiem glikozaminoglikanów (GAG). GAG to grupa związków utworzonych przez dimery składające się z aminocukru (D-glukozaminy lub D-galaktozaminy) i kwasu uronowego (kwasu D-glukuronowego lub kwasu L-iduronowego). Różne GAG powstają w zależności od składników dimeru [34]. Cząsteczki glikozaminoglikanów są częścią macierzy pozakomórkowej wszystkich narządów ciała i pełnią wiele funkcji. GlcUA jest częścią następujących GAG: kwasu hialuronowego, siarczanu chondroityny, heparyny i siarczanu dermatanu. Kwas hialuronowy służy jako środek poślizgowy, amortyzator i jest obecny w wyższych stężeniach w cieple szklistym w oku, tkance łącznej, płynie maziowym stawów i chrząstki [20].

Acetobacter sp. są podgrupą bakterii kwasu octowego, które odgrywają ważną rolę w przemyśle spożywczym, szczególnie w produkcji octu [30]. Wiele dowodów

świadczy o tym, że ocet ma wartość terapeutyczną, szczególnie w kontrolowaniu poziomu glukozy we krwi w populacjach chorych na cukrzycę lub w stanie przedcukrzycowym [12]. Podobne spostrzeżenia przedstawili Ostman i wsp. [1] po przebadaniu suplementacji kwasem octowym chleba z mąki pszennej jako sposobu obniżenia indeksu glikemicznego. Wykazali oni, że uzupełnienie posiłku chlebem z białej pszenicy z octem zmniejszało poposiłkową odpowiedź glukozy i insuliny we krwi oraz zwiększało subiektywną ocenę sytości.

Fukami i wsp. [43] zaobserwowali, że *Acetobacter malorum* NCI 1683 (S24) pochodzący z fermentowanego mleka może poprawić funkcje poznawcze u zdrowych osób w średnim wieku i starszych.

Haghshenas i wsp. [16] po zbadaniu składu irańskiego jogurtu tradycyjnego odkryli dwa szczepy należące do rodzaju *Acetobacter* – *A. indonesiensis* i *A. syzygii*, odpowiedzialne za wykazywanie cytotoksyczności w stosunku do linii komórek nowotworowych HeLa (rak szyjki macicy), MCF-7 (rak piersi), AGS (gruczolak żołądka) i HT-29 (gruczolak jelita grubego). Metabolity obu szczepów wykazały znaczące zahamowanie proliferacji komórek bez utrudniania fizjologii normalnych komórek. W innych badaniach Haghshenas i wsp. [17] przebadali szczep *Acetobacter cibinongensis* 34L, izolowany z tradycyjnego irańskiego twarogu. Szczep 34L wykazywał wrażliwość na antybiotyki, działanie przeciwpatogenne i tolerancję na niskie pH oraz wysokie stężenie soli żółciowych, czyli spełniał podstawowe wymagania stawiane przez FAO/WHO mikroorganizmom probiotycznym, a autorzy badań rekomendowali jego zastosowanie w przemyśle spożywczym.

Dane epidemiologiczne z Iranu wskazują na mniejszą liczbę zachorowań na nowotwory na terenach wiejskich, gdzie spożywanie regionalnych, tradycyjnie fermentowanych produktów jest częstsze niż w innych rejonach tego kraju [16, 17]. Spośród bakterii kwasu octowego na szczególną uwagę zasługują szczepy *Acetobacter aceti* i *Acetobacter syzygii*, które wykazują wysoką przydatność technologiczną oraz właściwości probiotyczne. Szczepy te hamowały namnażanie wybranych bakterii patogennych, tolerowały niskie pH oraz obecność soli żółciowych i antybiotyków. Ponadto *A. syzygii* wykazuje wyższy potencjał przeciwnowotworowy wobec komórek rakowych piersi oraz żołądka niż stosowany w ramach chemioterapii taksol. Dodatkowo nie stwierdzono działania toksycznego na zdrowe komórki [16]. Podobne wyniki w przypadku szczepu uzyskano w badaniach jego wpływu na komórki nowotworowe jamy ustnej. *A. syzygii* hamował rozwój m.in. gruczolaka żołądka i jelita grubego (odpowiednio linie komórkowe AGS i HT-29), nie niszcząc jednocześnie zdrowych komórek. Wykazywał zbliżoną aktywność do cisplatyny, substancji stosowanej w chemioterapii [38].

Z kolei bakterie *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter suboxydans* są zdolne do syntezy dihydroksyacetonu. Substancja ta wykazuje działanie przeciwpasożytnicze oraz

detoksykacyjne w zatruciu cyjankami, a także zmniejsza poczucie łaknienia, jak i zawartość tkanki tłuszczowej. Te właściwości wskazują na możliwość wykorzystania wyżej wspomnianych gatunków w przyszłości, w celu opracowania receptur produktów dietetycznych [40].

Do tej pory przeprowadzono niewiele badań dotyczących właściwości potencjalnie probiotycznych szczepów AAB. Jest to temat nowy, jednak wszystkie powyżej przytoczone badania wskazują, na silne właściwości prozdrowotne, w tym probiotyczne, bakterii kwasu octowego.

Zastosowanie w przemyśle spożywczym

Bakterie kwasu octowego są często postrzegane jako zanieczyszczenie żywności, w tym napojów [3]. AAB mogą niekorzystnie wpływać na produkty spożywcze prowadząc do ich śluzowacenia, zmiany barwy, smaku i zapachu. Zmiany te mogą zachodzić np. w napojach alkoholowych w wyniku przemiany etanolu w kwas octowy [2]. Z drugiej strony omawiane mikroorganizmy stosowane są do produkcji wielu cennych i znanych od stuleci wyrobów żywnościowych, a naturalne procesy fermentacji z udziałem bakterii AAB są powszechnie stosowane w przemyśle spożywczym [38].

Najbardziej znanym zastosowaniem AAB jest produkcja octu. Na całym świecie produkuje się kilka rodzajów octu różniących się pod względem użytych surowców, technologii i zastosowania. Wyróżnia się dziesięć rodzajów octu, w tym: winny, owocowy, jabłkowy, alkoholowy, zbożowy, słodowy, destylat słodowy, balsamiczny (z dodatkiem moszczu winogronowego) oraz „inne octy balsamiczne”, które obejmują wszelkie inne substraty pochodzenia rolniczego, takie jak miód lub ryż. Bez wątpienia ocet winny jest najpopularniejszym rodzajem octu rozpowszechnionym w krajach śródziemnomorskich, chociaż najnowsze trendy gastronomiczne w ostatnich latach, doprowadziły do znacznej ekspansji różnych innych jego odmian [45].

Ocet jest stosowany jako środek aromatyzujący, konserwujący, a w niektórych krajach również jako zdrowy napój. Można go wytworzyć z niemal dowolnego źródła węglowodanów w dwuetapowym procesie fermentacji (pierwszy etap z udziałem drożdży – fermentacja alkoholowa, drugi etap z udziałem bakterii kwasu octowego – fermentacja octowa). Najczęściej używanymi surowcami są jabłka, gruszki, winogrona, miód, syropy, zboża, zhydrolizowane skrobie, piwo i wino. Ocet jest produktem tanim, gdyż do jego produkcji używa się owoców niespełniających norm, sezonowych nadwyżek rolniczych, produktów ubocznych z przetwarzania żywności i odpadów owocowych [24].

Za fermentację octową odpowiedzialne są głównie trzy rodzaje bakterii kwasu octowego, tj. *Acetobacter*, *Gluconacetobacter* i *Komagataeibacter*, jednak stwierdza się również takie gatunki, jak: *Acetobacter aceti*, *Acetobacter malorum*, *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter pomorum*, *Komagataeibacter europaeus*, *Komagataeibacter*

hansenii, *Komagataeibacter intermedius*, *Komagataeibacter oboediens*, *Komagataeibacter xylinus*, *Komagataeibacter medellinensis* i *Komagataeibacter maltiaceti* [15]. Profil AAB występujący w occie jest bardzo różnorodny, zależny od użytego surowca i cech procesu produkcyjnego [19].

Napojem funkcjonalnym obecnym coraz częściej na rynku jest kombucha. Korzystne działanie tego produktu wynika głównie z obecności polifenoli, związków wytwarzanych podczas fermentacji oraz synergistycznego działania różnych związków występujących w herbacie [42]. Z drugiej strony kombucha to symbiotyczny układ różnych grup drobnoustrojów, w tym bakterii kwasu octowego [7]. Zawarty w nim 1,4-lakton kwasu D-sacharynowego (DSL) oraz kwas glukuronowy są uważane za kluczowe składniki funkcjonalne występujące w napoju kombucha [7, 23, 42].

Kwaśne piwa lambic należą do najstarszych rodzajów piw wciąż warzonych i są produktem spontanicznego procesu fermentacji trwającego od jednego do trzech lat. Proces fermentacji nie jest inicjowany przez zaszczepienie drożdży lub bakterii jako kultur starterowych. Wzrost drobnoustrojów rozpoczyna się podczas nocnego ochładzania gotowanej brzezki w płytkim otwartym naczyniu. Piwa lambic są tradycyjnie warzone w dolinie rzeki Senne, w pobliżu Brukseli. Warzenie tego piwa tradycyjnie odbywa się tylko w chłodniejszych miesiącach roku, ponieważ zimne noce są potrzebne do obniżenia temperatury brzezki do ok. 20 °C w ciągu jednej nocy. Przyjmuje się, że rano po gotowaniu brzezki zaszczepiona zostaje specyficzna mikroflora pochodząca z powietrza doliny rzeki Senne. Beczki są następnie przechowywane w piwnicy lub w temperaturze otoczenia, tj. zwykle między 15 a 25 °C, a piwo poddawane fermentacji i dojrzewaniu. Produktem końcowym jest niegazowane piwo kwaśne, które służy głównie jako podstawa do piwa gueuze lub jagodowego [46]. Kwaśny charakter piwa wynika z aktywności metabolicznej różnych drożdży, bakterii kwasu mlekowego i bakterii kwasu octowego. Po 3 - 4 miesiącach fermentacji zachodzi faza zakwaszania, która charakteryzuje się rosnącą populacją *Pediococcus* sp. i czasami *Lactobacillus* sp., podczas gdy *Brettanomyces* sp. stają się powszechnie spotykane po 4 ÷ 8 miesiącach fermentacji. Końcowa faza dojrzewania rozpoczyna się po 10 miesiącach fermentacji i charakteryzuje się obniżeniem LAB, natomiast AAB są obecne przez cały okres fermentacji, zwłaszcza w ciepłych miesiącach [33].

Do niedawna występowanie i różnorodność gatunkowa AAB w produkcji piwa lambic nie były szeroko badane. Uważano, że kwaśny smak piw lambic mógł być związany z produkcją kwasu octowego przez bakterie LAB na drodze heterofermentacji [4]. Wykryto natomiast dwa nowe gatunki AAB (*Acetobacter lambici* oraz *Glucobacter cerevisiae*), które są charakterystyczne dla piw lambic [46]. Wcześniejsza sporadyczna izolacja AAB może wynikać z tego, że będąc organizmami tlenowymi są skoncentrowane na granicy faz powietrze – ciecz w drewnianych beczkach, a zatem są

pomijane przez klasyczne metody pobierania próbek przez zatkany korkiem otwór do pobierania próbek umieszczony tuż nad dnem na przodzie beczek [4].

Kwas octowy wytwarzany przez tlenowe AAB jest kluczowym metabolitem w procesie fermentacji ziaren kakaowych. Surowe ziarna kakaowe mają nieprzyjemny smak i muszą być fermentowane, suszone i prażone, aby uzyskać pożądany charakterystyczny smak kakaowy. Fermentacja jest zatem pierwszym krokiem w produkcji proszku kakaowego i czekolady. Mikrobiota zaangażowana w naturalną fermentację ziaren kakaowych reprezentuje szereg drożdży (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida tropicalis*), bakterii kwasu mlekowego (*Lactobacillus cellobiosus*, *Lactiplantibacillus plantarum*) i bakterii kwasu octowego (*A. pasteurianus*, *A. ghanensis*, *A. senegalensis* i *Gluconobacter* sp.) [36]. AAB utlenia etanol drożdżowy do kwasu octowego [28]. Kwas octowy wytwarzany przez tlenowy AAB jest kluczowym metabolitem w procesie fermentacji ziaren kakaowych. Ten lotny krótkołańcuchowy kwas tłuszczowy dyfunduje do ziaren, a to w połączeniu z ciepłem wytwarzanym przez egzotermiczną biokonwersję etanolu w kwas octowy powoduje śmierć zarodka nasiennego, zakłócenie wewnętrznej struktury komórkowej ziaren i koniec fermentacji [5]. Z kolei inicjowane są zmiany biochemiczne ziaren, prowadzące do enzymatycznego tworzenia cząsteczek prekursorowych niezbędnych do rozwoju charakterystycznego aromatu, smaku i barwy ziaren [43, 44]. Te właściwości są dalej rozwijane podczas suszenia, prażenia i końcowego przetwarzania dobrze sfermentowanych ziaren kakaowych [36].

Podsumowanie

Powszechnie uznaje się, że probiotykami są głównie wyselekcjonowane szczepy bakterii kwasu mlekowego i drożdży, spełniające wymagania określone przez FAO/WHO oraz ISSAP. Z drugiej strony pojawiają się doniesienia opowiadające się za przyjęciem nowych mikroorganizmów do kategorii probiotyków i określenia ich probiotykami nowej generacji.

Probiotyki nowej generacji stanowią grupę mikroorganizmów wykazujących właściwości prozdrowotne, w tym probiotyczne i spełniające szereg wymagań dotyczących skuteczności i bezpieczeństwa ich stosowania. Obiecującą grupę potencjalnych probiotyków stanowią bakterie kwasu octowego. Znalazły one zastosowanie w technologii żywności, m.in. do produkcji napojów i octów. Przedstawiony przegląd literatury wskazuje na liczne korzyści wynikające ze spożycia produktów otrzymanych w wyniku przemian metabolicznych AAB.

Przytoczone w niniejszej pracy wyniki badań przeprowadzonych na wybranych szczepach bakterii kwasu octowego przemawiają za tym, że AAB spełniają część wymagań stawianych probiotykom. Podstawowe kryteria oceny mikroorganizmów probiotycznych, takie jak testy tolerancji na niskie pH i wysokie stężenie soli żółciowych, aktywność antagonistyczna wobec patogenów oraz wrażliwość na antybiotyki czy

aktywność przeciwnowotworowa potwierdzają ich potencjalne właściwości probiotyczne, prozdrowotne.

Zdefiniowanie pozostałych obligatoryjnych właściwości probiotycznych AAB, poszukiwania poprzez izolację i identyfikację nowych szczepów AAB oraz ocena właściwości prozdrowotnych tych mikroorganizmów, wykraczających poza wytyczne FAO/WHO, jest niezbędne do dalszych rozważań nad poszerzeniem znaczenia terminu „probiotyk” i dołączenia do tej grupy probiotyków nowej generacji.

Literatura

- [1] Aghazadeh Z., Pouralibaba F., Khosroushahi A.Y.: The prophylactic effect of *Acetobacter syzygii* probiotic species against squamous cell carcinoma. J. Dental Res., Dental Clinics, Dental Prospects, 2017, 11 (4), 208-214.
- [2] Antolak H., Kręgiel D.: Bakterie kwasu octowego – istotne zagrożenie w przemyśle spożywczym. Przem. Spoż., 2014, 68 (6), 12-16.
- [3] Antolak H., Kręgiel D.: Bakterie kwasu octowego – taksonomia, ekologia oraz wykorzystanie przemysłowe. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2015, 4 (101), 21-35.
- [4] Camu N., González A., de Winter T., van Schoor A., de Bruyne K., Vandamme P., de Vuyst L.: Influence of turning and environmental contamination on the dynamics of populations of lactic acid and acetic acid bacteria involved in spontaneous cocoa bean heap fermentation in Ghana. Appl. Environ. Microbiol., 2008, 74 (1), 86-98.
- [5] De Brito E.X., Pezoa Garcia N.H., Gallao M.I., Cortelazzo A.L., Feveriro P.S., Brage M.R.: Structural and chemical changes in cocoa (*Theobroma cacao* L) during fermentation, drying and roasting. J. Sci. Food Agric., 2001, 81 (2), 281-288.
- [6] De Filippis F., Troise A.D., Vitaglione P., Ercolini D.: Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during Kombucha tea fermentation. Food Microbiol., 2018, 73, 11-16.
- [7] De Roos J., de Vuyst L.: Acetic acid bacteria in fermented foods and beverages. Curr. Opinion Biotechnol., 2018, 49, 115-119.
- [8] Dudzińska E.: Wpływ mikroflory jelitowej na rozwój zespołu jelita drażliwego. Medycyna Środowiskowa, 2016, 19 (3), 70-76.
- [9] FAO/WHO: Probiotics in Food. Health and Nutrition Properties and Guidelines for Evaluation. [online]. FAO/WHO. Rome 2006. Dostęp w Internecie [20.04.2020.]: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/009/a0512e/a0512e00.pdf>
- [10] Francois J.A., Starks C.M., Sivanuntakorn S., Jiang H., Ransome A.E., Nam J.-W., Constantine C.Z., Kappock T.J.: Structure of NADH-insensitive hexameric cytrate synthase that resists acid inactivation. Biochemistry, 2006, 45 (45), 13487-13499.
- [11] Frati-Munari A.C.: Glicosaminoglicanos en las enfermedades vasculares. Revista Mexicana de Angiología, 2012, 40 (3), 89-99.
- [12] Fukami H., Tachimoto H., Kishi M., Kage T., Tanaka Y., Koga Y., Shirasawa T.: Continuous ingestion of acetic acid bacteria: Effect on cognitive function in healthy middle-aged and elderly persons. Anti-Aging Medicine 2009, 6 (7), 60-65.
- [13] Guillamón J.M., Mas A.: Acetic Acid Bacteria. In: Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine. Springer, Cham 2017, pp. 43-64.

- [14] Gulas E., Wyśiadecki G., Strzelecki D., Gawlik-Kotelnicza O., Polgaj M.: Jak mikrobiologia może wpływać na psychiatrię? Powiązania między florą bakteryjną jelit a zaburzeniami psychicznymi. *Psychiatria Polska*, 2018, 52 (6), 1023-1039.
- [15] Gullo M., de Vero L., Giudici P.: Succession of selected strains of *Acetobacter pasteurianus* and other acetic acid bacteria in traditional balsamic vinegar. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2009, 75 (8), 2585-2589.
- [16] Haghshenas B., Nami Y., Abdullah N., Radiah D., Rosli R., Khosroushahi A.Y.: Anticancer impacts of potentially probiotic acetic acid bacteria isolated from traditional dairy microbiota. *LWT – Food Sci. Technol.*, 2015, 60 (2), 690-697.
- [17] Haghshenas B., Nami Y., Abdullah N., Radiah D., Rosli R., Barzegari A., Khosroushahi A.Y.: Potentially probiotic acetic acid bacteria isolation and identification from traditional dairies microbiota. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2015, 50, 1056-1064.
- [18] Hill C., Guarner F., Reid G., Reid G., Gibson G.R., Merenstein D.J., Pot B., Morelli L., Canani R.B., Flint H.J., Salminen S., Calder P.C., Sanders M.E.: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Rev. Gastroenterology Hepatology*, 2014, 11, 506-514.
- [19] Jayabalan R., Subathradevi P., Marimuthu S., Sathishkumar M., Swaminathan K.: Changes in free-radical scavenging ability of Kombucha tea during fermentation. *Food Chem.*, 2008, 109 (1), 227-234.
- [20] Johnston C.S., White A.M., Kent S.M.: Preliminary evidence that regular vinegar ingestion favorably influences hemoglobin A1c values in individuals with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 2009, 84 (2), 15-17.
- [21] Kościej A., Skotnicka-Graca U., Ozga I.: Rola wybranych czynników żywieniowych w kształtowaniu odporności dzieci. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2017, 98 (2), 110-117.
- [22] Kręgiel D., Rygała A., Libudzisz Z.: Bakterie z rodzaju *Asaia* – nowe zanieczyszczenie smakowych wód mineralnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 2 (75), 5-16.
- [23] Martínez Cruz P., Ibáñez A.L., Monroy Hermosillo O.A., Ramírez Saad H.C.: Use of probiotics in aquaculture. *ISRN Microbiol.*, 2012, #916845. DOI: 10.5402/2012/916845.
- [24] Mas A., Torija M.J., del Carmen García-Parrilla M., Troncoso A.M.: Acetic acid bacteria and the production and quality of wine vinegar. *Sci. World J.* 2014, #394671. DOI: 10.1155/2014/394671.
- [25] Matsushita K., Toyama H., Adachi O.: Respiratory chains and bioenergetics of acetic acid bacteria. *Adv. Micro. Physiol.*, 1994, 36, 247-301.
- [26] Nanda N., Taniguchi M., Ujike S., Ishihara N., Mori H., Ono H., Murooka Y.: Characterization of acetic acid bacteria in traditional acetic acid fermentation of rice vinegar (Komesu) and unpolished rice vinegar (Kurosu) produced in Japan. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2001, 67, 986-990.
- [27] Neffe-Skocińska K., Dybka-Stępień K., Antolak H.: Izolacja i identyfikacja szczepów bakterii kwasu octowego o potencjalnych właściwościach prozdrowotnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2019, 3 (120), 183-195.
- [28] Nielsen D.S., Teniola O.D., Ban-Koffi L., Owusu M., Andersson T.S., Holzapfel W.H.: The microbiology of Ghanaian cocoa fermentations analysed using culture-dependent and culture-independent methods. *Int. J. Microbiol.*, 2007, 114 (2), 168-186.
- [29] Ołdak A., Zielińska D., Rzepkowska A., Kołożyn-Krajewska D.: Comparison of antibacterial activity of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from two different kinds of regional cheeses from Poland: Oscypek and koryciński cheese. *BioMed Res. Int.*, 2017, #6820369. DOI: 10.1155/2017/6820369.
- [30] Ostman E., Granfeldt Y., Persson L., Björck I.: Vinegar supplementation lowers glucose and insulin responses and increases satiety after a bread meal in healthy subjects. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2005, 59 (9), 983-988.

- [31] Raspor P., Goranovič D.: Biotechnological applications of acetic acid bacteria. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 2008, 28 (2), 101-124.
- [32] Romero-Cortes T., Robles-Olvera V., Rodriguez-Jimenes G., Ramírez-Lepe M.: Isolation and characterization of acetic acid bacteria in cocoa fermentation. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 2012, 6 (2), 339-347.
- [33] Roos J., Verce M., Aerts M., Vandamme P., de Vuyst L.: Temporal and spatial distribution of the acetic acid bacterium communities throughout the wooden casks used for the fermentation and maturation of lambic beer underlines their functional role. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2018, 84 (7), 1-40.
- [34] Safari M.S., Keyhanfar M., Shafiei R.: Investigating the antibacterial effects of some *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* and *Acetobacter* strains killed by different methods on *Streptococcus mutans* and *Escherichia coli*. *Mol. Biol. Res. Commun.*, 2019, 8 (3), 103-111.
- [35] Salehi B., Dimitrijević M., Aleksić A., Neffe-Skocińska K., Zielińska D., Kołożyn-Krajewska D., Sharifi-Rad J., Stojanović-Radić Z., Milton Prabu S., Rodrigues C.F., Martins N.: Human microbiome and homeostasis: Insights into the key role of prebiotics, probiotics, and symbiotics. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* DOI: 10.1080/10408398.2020.1760202.
- [36] Schwan R.F., Wheals A.E.: The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2004, 44, 205-221.
- [37] Seearunruangchai A., Tanasupawat S., Keeratipibul S., Thawai C., Itoh T., Yamada Y.: Identification of acetic acid bacteria isolated from fruits collected in Thailand. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 2004, 50 (1), 47-53.
- [38] Sengun I.Y., Karabiyikli S.: Importance of acetic acid bacteria in food industry. *Food Control*, 2011, 22 (5), 647-656.
- [39] Sharifi-Rad J., Rodrigues C.F., Stojanović-Radić Z., Dimitrijević M., Aleksić A., Neffe-Skocińska K., Zielińska D., Kołożyn-Krajewska D.: Probiotics: Versatile bioactive components in promoting human health. *Medicina*, 2020, 56 (9), #433. DOI:10.3390/medicina56090433.
- [40] Solieri L., Giudici P.: Vinegars of the World. In: *Vinegars of the World*. Springer, Milan 2009, pp. 1-16.
- [41] Spinler J.K., Auchtung J., Brown A., Boonma P., Oezguen N., Ross C.L., Luna R.A., Runge J., Versalovic J., Peniche A., Dann S.M., Britton R.A., Haag A., Savidge T.C.: Next-generation probiotics targeting *Clostridium difficile* through precursor-directed antimicrobial biosynthesis. *Infection and Immunity*, 2017, 85 (10), # 00303-17. DOI: 10.1128/IAI.00303-17.
- [42] Spitaels F., Li L., Wieme A., Balzarini T., Cleenwerck I., van Landschoot A., de Vuyst L., Vandamme P.: *Acetobacter lambici* sp. nov., isolated from fermenting lambic beer. *Int. J. System. Evol. Microbiol.*, 2014, 64 (4), 1083-1089.
- [43] Stasiak-Róžańska L., Błażejczak S.: Dihydroksyaceton – charakterystyka, zastosowanie, otrzymywanie. *Acta Sci. Polon. Biotechnologia*, 2012, 11 (1), 17-27.
- [44] Tan H., Zhai Q., Chen W.: Investigations of *Bacteroides* spp. towards next-generation probiotics. *Food Res. Int.*, 2019, 116, 637-644.
- [45] Tesfaye W., Morales M.L., García-Parrilla M.C., Troncoso A.M.: Wine vinegar: Technology, authenticity and quality evaluation. *Trends Food Sci. Technol.*, 2002, 13 (1), 12-21.
- [46] Verachtert H., Iserentant D.: Properties of Belgian acid beers and their microflora. Part I. The production of gueuze and related refreshing acid beers. *Cerevisia, Belgian J. Brewing Biotechnol.*, 1995, 20 (1), 37-41.
- [47] Vina I., Linde R., Patetko A., Semjonovs P.: Glucuronic acid from fermented beverages: Biochemical functions in humans and its role in health protection. *Int. J. Res. Rev. Appl. Sci.*, 2013, 14 (2), 217-230.

- [48] Wichienchot S., Prasertsan P., Hongpattarakere T., Gibson G.R., Rastall R.A.: *In vitro* fermentation of mixed linkage gluco-oligosaccharides produced by *Gluconobacter oxydans* NCIMB 4943 by the human colonic microflora. *Curr. Issues Intestinal Microbiol.*, 2006, 7 (1), 7-12.
- [49] Yang Z., Zhou F., Ji B., Li B., Luo Y., Yang L., Li T.: Symbiosis between microorganisms from kombucha and kefir: Potential significance to the enhancement. *Appl. Bioch. Biotechnol.*, 2010, 160 (2), 446-455.
- [50] Yetiman A.E., Kesmen Z.: Identification of acetic acid bacteria in traditionally produced vinegar and mother of vinegar by using different molecular techniques. *Int. J. Food Microbiol.*, 2015, 204, 9-16.
- [51] Zielińska D., Kołożyn-Krajewska D.: Food-origin lactic acid bacteria may exhibit probiotic properties. *BioMed Res. Int.*, 2018, # 5063185. DOI:10.1155/2018/5063185.
- [52] Zielińska D., Długosz E., Zawistowska-Deniziak A.: Functional properties of food-origin *Lactobacillus* in the gastro-intestinal ecosystem – *in vitro* study. *Prob. Antimicrob. Proteins*, 2019, 11 (3), 820-829.

ACETIC ACID BACTERIA AS POTENTIAL NEXT-GENERATION PROBIOTICS

S u m m a r y

Acetic Acid Bacteria (AAB) occur commonly in nature. They participate in fermentation processes of food, where they occur naturally or are purposely added to make a product with desirable properties. They are isolated, inter alia, from plants and plant-produced products, fermented foods and beverages. During the fermentation process those microorganisms produce many compounds; among them are glucuronic and gluconic acids, other organic acids and vitamins. The presented review of scientific literature shows that acetic acid bacteria may have therapeutic, biotechnological and technological applications. In the food industry AABs are highly important as beneficial and the adverse bacteria in many production processes, in the supply chain and during the storage of products. Despite the great potential and wide application possibilities, use of acetic acid bacteria is still limited on a massive scale.

In recent years bacteria with pro-health and probiotic properties have attracted great interest, however a given strain must meet certain requirements to be considered probiotic. Acetic acid bacteria do not colonise the large intestine, but they have many pro-health and therapeutic characteristics, which justifies the possibility of classifying them into a group of next-generation probiotics.

Key words: acetic acid bacteria (AAB), probiotics, next- generation probiotics, health benefits ☒

IZABELA DMYTRÓW, KAROL WŁODARCZYK

SKŁAD I WARTOŚĆ ODŻYWCZA MLEKA KLACZY I OŚLIC W PORÓWNANIU Z MLEKIEM KRÓW

Streszczenie

Wydajność oraz cechy fizykochemiczne mleka ssaków zależą od czynników genetycznych, fizjologicznych oraz środowiskowych. Ze względu na wartościowy skład chemiczny i potencjalnie prozdrowotne właściwości na popularności zyskuje obecnie mleko klaczy i oślic. Zawartość białka w mleku klaczy ($1,5 \div 2,8$ %) jest większa niż w mleku oślic ($1,5 \div 1,8$ %) i mniejsza niż w mleku krowim ($3,1 \div 3,8$ %). Mleko klaczy polecane jest m.in. ze względu na zawartość laktoferyny ($9,9 \div 10,0$ % białek serwatkowych) i lizozymu ($6,6 \div 6,9$ % białek serwatkowych) oraz immunoglobulin ($18,7 \div 20,9$ % białek serwatkowych). Udział białek odpornościowych w mleku krowim i oślim mieści się w zakresie odpowiednio: $10,1 \div 11,7$ % oraz $10,9 \div 11,2$ % w stosunku do zawartości białek serwatkowych, natomiast lizozym w mleku krów występuje w ilościach śladowych, podczas gdy w mleku oślic jego zawartość może wynosić nawet 20 %. Drugim po lizozymie składnikiem przeciwbakteryjnym jest laktoferyna. Najwięcej jej zawiera mleko oślic ($23,4 \div 25,1$ % białek serwatkowych), następnie mleko klaczy ($9,9 \div 10,0$ % białek serwatkowych) i krów ($7,8 \div 8,4$ % białek serwatkowych). Zawartość laktozy w mleku oślic, klaczy i krów wynosi odpowiednio: $5,8 \div 7,4$ %, $5,8 \div 7,0$ % oraz $4,4 \div 4,9$ %, natomiast tłuszczu: $0,28 \div 1,82$ %, $0,5 \div 2,0$ % oraz $3,5 \div 4,0$ %. Mleko oślic jest bogate w witaminę C, a zawiera mniej witamin A i E. Charakteryzuje się także większą zawartością witamin D₃ i B₂, zarówno w porównaniu z mlekiem krowim, jak i z mlekiem klaczy. Mleko krów i oślic charakteryzuje się większą zawartością sodu, wapnia i cynku niż mleko klaczy. W mleku oślic obserwuje się także najmniejszą zawartość potasu i miedzi oraz największą – żelaza. Najbogatsze w miedź i potas jest natomiast mleko krów. Wartościowy skład chemiczny mleka klaczy oraz oślic czyni je interesującym dla technologów oraz dietetyków.

Słowa kluczowe: mleko klaczy, mleko oślic, mleko krów, alergia, właściwości przeciwbakteryjne

Wprowadzenie

Mleko pochodzące od krów oraz jego przetwory wykorzystywane są w żywieniu ludzi od ponad 7 tysięcy lat. Pod względem częstotliwości spożycia jest to druga grupa

*Dr hab. inż. I. Dmytrów, prof. ZUT, mgr inż. K. Włodarczyk, Katedra Toksykologii, Technologii Mleczarskiej i Przechowywania Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin.
Kontakt: izabela.dmytrow@gmail.com*

produktów, zaraz po mięsie i jego przetworach. Mleko krowie zawiera ponad 20 białek, które jednak mogą powodować reakcje alergiczne [11]. Alergia na mleko krowie jest najczęstszą alergią pokarmową u niemowląt i małych dzieci, dotykającą $2 \div 3$ % populacji [29]. Z powodu wzrastającej liczby przypadków alergii, także u osób dorosłych, nieustannie poszukuje się jego zamienników, które nie powodowałyby takiej reakcji. W związku z powyższym, coraz częściej uwaga konsumentów kieruje się w stronę mleka pozyskiwanego od klaczy oraz oślic, które pod względem składu chemicznego jest najbardziej zbliżone do mleka kobiecego [25]. Potwierdzono także, że mleko koniowatych jest dobrze tolerowane przez $80 \div 96$ % dzieci z IgE-zależną alergią na białka mleka krowiego [2, 22]. Także Curadi i wsp. [5] podają, że mleko klaczy może stanowić dobry zamiennik mleka kobiecego dla dzieci.

Chęć zagospodarowania mleka oślego narodziła się już w momencie udomowienia osłów. W starożytnym Egipcie ceniono jego właściwości lecznicze, jak i kosmetyczne, wykorzystywano je również do kąpieli. Do dziś mleko ośle uważa się za specyfik o działaniu przeciwmarszczkowym, stąd jego wykorzystanie w przemyśle kosmetycznym [25]. W Europie początkowo nie było ono powszechnie znane i cenione jako składnik diety. W celu pozyskiwania mleka, jako jedni z pierwszych, stada osłów hodowali Francuzi. W wielu szpitalach mleko ośle stanowiło zamiennik mleka kobiecego dla dzieci, których matki nie mogły karmić piersią. Dzięki zawartości składników przeciwbakteryjnych mleko to zalecane było w leczeniu zatruć, wrzodów, przy problemach stomatologicznych, ale także dawało ulgę zmęczonym oczom, w astmie oraz w trakcie gorączki i określonych infekcjach układu moczowo-płciowego [20]. Obecnie w niektórych krajach, zwłaszcza w Europie, mleko oślic dostępne jest w sprzedaży i poleca się je jako wartościowy składnik diety głównie noworodków, osób starszych i rekonwalescentów.

Walory mleka klaczy, podobnie jak mleka oślego, ceniono już w starożytności. Było ono jednym z najważniejszych pokarmów ludności zamieszkującej Azję Środkową oraz Wschodnią Europę. Polecano je w leczeniu chorób wątroby, owrzodzeń oraz gruźlicy. W Polsce konie kojarzone są głównie z pracą na roli bądź z rekreacją, jednak na świecie mleko klaczy spożywa regularnie ok. 30 milionów ludzi. Zyskuje ono na popularności m.in. w Stanach Zjednoczonych. Ograniczeniem w powszechnym spożyciu tego rodzaju mleka w Polsce mogą być trudności z jego pozyskiwaniem. Udój klaczy jest dość kłopotliwy ze względu na płochliwość zwierząt, a w większości przypadków, aby był on możliwy, podobnie jak w przypadku oślic, konieczna jest obecność żrebęcia przy matce lub w zasięgu jej wzroku.

Laktacja u klaczy trwa zazwyczaj od 5 do 8 miesięcy. W ciągu 12 tygodni klacze ras lekkich wytwarzają mleko w łącznej ilości ok. 3 % masy ciała. Dzienna mleczność klacz półkrwi wynosi $10 \div 12$ l, a ras ciężkich – $15 \div 20$ l [13]. Szczyt wydajności mlecznej klacze osiągają między 11. a 12. rokiem życia [27]. Laktacja u oślic trwa

natomiast od 45 do 200 dni. Dzienna ilość pozyskiwanego mleka to jedynie ok. 2 l ze względu na to, że oślica dodatkowo karmi swoje osłę [17].

Skład chemiczny

Na skład chemiczny mleka oraz jego właściwości fizykochemiczne mają wpływ czynniki genetyczne (gatunek, rasa) oraz pozagenetyczne, tj. wiek zwierzęcia, przebyte ciąży i laktacje, warunki klimatyczne, środowisko hodowlane, skład paszy oraz stosunek poszczególnych składników w racji pokarmowej. W tab. 1. przedstawiono skład chemiczny mleka klaczy, oślic oraz krów. Najbogatsze w suchą masę jest mleko krowie, charakteryzujące się mniejszą zawartością wody, w porównaniu z mlekiem klaczy i oślic (tab. 1).

Tabela 1. Właściwości fizykochemiczne oraz skład chemiczny mleka klaczy, oślic i krów
Table 1. Physico-chemical properties and chemical composition of milk of mares, donkeys and cows

Cecha / Feature	Mleko / Milk		
	klaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
Zawartość wody / Water content [%]	~ 90	~ 90	~ 88
Zawartość suchej masy Dry matter content [%]	8,70 ÷ 9,70	9,34 ÷ 10,7	11,90 ÷ 12,20
Zawartość tłuszczu / Fat content [%]	1,19 ÷ 1,21	0,50 ÷ 0,80	3,61 ÷ 4,09
Zawartość białka / Protein content [%]	1,50 ÷ 2,80	1,42 ÷ 1,96	3,25 ÷ 3,42
Zawartość laktozy / Lactose content [%]	6,37 ÷ 6,50	6,03 ÷ 7,01	4,80 ÷ 4,82
Zawartość popiołu / Ash content [%]	0,30 ÷ 0,50	0,34 ÷ 0,41	0,70 ÷ 0,80
Gęstość / Density [g/cm ³]	1,035 ÷ 1,034	1,029 ÷ 1,037	1,028 ÷ 1,033
pH	6,97 ÷ 6,98	7,0 ÷ 7,5	6,6 ÷ 6,8

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [6, 10, 20, 25] / the author's own study based on [6, 10, 20, 25]

Różnice występujące w składzie chemicznym poszczególnych rodzajów mleka znajdują swoje odzwierciedlenie także w ich kwasowości czynnej. Mleko pochodzące od klaczy ma odczyn prawie obojętny, osłe – obojętny do lekko zasadowego, podczas gdy mleko krowie – lekko kwasowy. Mleko klaczy ma znacząco mniej tłuszczu, białka oraz związków mineralnych w postaci popiołu w porównaniu z mlekiem krowim, a zawiera więcej laktozy. Mleko osłe zawiera mniej białka oraz tłuszczu w porównaniu z mlekiem klaczy, ale zawiera największą ilość laktozy (tab. 1). Mleko koniowatych charakteryzuje się mniejszą zawartością kazeiny, niższym stosunkiem kazeiny do białek serwatkowych oraz udziałem poszczególnych frakcji kazeinowych i rozmiarem micel. Udział poszczególnych frakcji kazeiny w odniesieniu do jej ogólnej zawartości w mleku krów kształtuje się następująco: α_{s1} - kazeina – 13,0 ÷ 45 %, α_{s2} - kazeina – 5,1 ÷ 12 %, β - kazeina – 16,0 ÷ 35 %, κ - kazeina – 5,5 ÷ 8 %. Kazeina mleka klaczy nie

zawiera frakcji α_s , podczas gdy frakcja β występuje w nim w ilości $45,0 \div 64,0$ % [9, 10]. Udział frakcji κ w kazeinie obecnej w mleku klaczy jest większy niż w kazeinie mleka krowiego [9]. Zawartość kazeiny α_{s1} oraz α_{s2} w mleku oślic wynosi odpowiednio: $34,1 \div 35,6$ % oraz $6,1 \div 7,2$ %. Kazeina mleka oślego charakteryzuje się większą zawartością β kazeiny niż w mleku krów. Odznacza się również najmniejszym udziałem frakcji κ (tab. 2).

Tabela 2. Udział frakcji kazeinowych w mleku klaczy, oślic i krów [% kazeiny]

Table 2. Content of casein fractions in milk of mares, jennets and cows [% of casein]

Frakcja kazeinowa Casein fraction	Mleko / Milk		
	klaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
α (ogółem / total)	$46,7 \div 50,0$	$35,0 \div 45,0$	$57,0 \div 77,2$
α_{s1} —	-	$34,1 \div 35,6$	$13,0 \div 45,0$
α_{s2} —	-	$6,1 \div 7,2$	$5,1 \div 12,0$
β	$45,0 \div 64,0$	$49,1 \div 54,3$	$16,0 \div 35,0$
κ	$7,7 \div 8,01$	$2,0 \div 2,8$	$5,5 \div 8,0$

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [16, 27] / the author's own study based on [16, 27]

Ze względu na mniejszy udział białka, które w nadmiarze może obciążać nerki, mleko klaczy oraz mleko oślic polecane jest w żywieniu osób cierpiących na schorzenia nefrologiczne. Oba rodzaje mleka charakteryzują się także mniejszą alergiennością w porównaniu z mlekiem pochodzącym od krów. Skład frakcji białkowej decyduje o strawności mleka i jego przyswajalności, szczególnie przez dzieci. Mniejsza zawartość kazeiny w mleku klaczy sprawia, że jest ono trawione znacznie szybciej w porównaniu z mlekiem krowim. Także ze względu na mniejszą zawartość tłuszczu mleko klaczy oraz oślic jest łatwiejsze do strawienia [2].

Typ mleka (kazeinowe lub albuminowe) decyduje o jego właściwościach technologicznych. W przypadku mleka krowiego we frakcji białkowej dominuje kazeina, której ilość przekracza 75 %, co czyni je mlekiem kazeinowym, natomiast zawartość kazeiny w mleku klaczy i oślic mniejsza niż 75 % jest podstawą do zaliczenia ich do mleka albuminowego. Niestety taki skład ilościowy białka oraz mała zawartość tłuszczu wpływają ograniczająco na przydatność przetwórczą, ponieważ z mleka albuminowego uzyskuje się mało zwięzły skrzep.

Właściwości potencjalnie prozdrowotne

Białka serwatkowe obecne w mleku stymulują układ odpornościowy. Najbogatsze pod względem zawartości immunoglobulin (w stosunku do ogólnej zawartości białek serwatkowych) jest mleko kobyłe ($18,7 \div 20,9$ %), następnie mleko krowie ($10,1 \div 11,7$ %) oraz porównywalnie mleko ośle ($10,9 \div 11,2$ %). Zawartość lizozymu w mle-

ku kłaczy mieści się w zakresie $6,6 \div 6,9$ %, w mleku oślic może go być nawet 20 %, podczas gdy mleko krów zawiera jedynie śladowe ilości lizozymu. Laktoferyna w największej ilości znajduje się w mleku oślim ($23,4 \div 25,1$ % białek serwatkowych), kolejno – w kobyli ($9,9 \div 10$ % białek serwatkowych) oraz krowim ($7,8 \div 8,4$ % białek serwatkowych). Odgrywa istotną rolę w transporcie żelaza i modulowaniu działania lizozymu i immunoglobulin [24, 25]. Zapobiega replikacji wirusów poprzez łączenie się z ich kwasami nukleinowymi i tworzenie nierozpuszczalnych kompleksów. Ilość laktoferyny w mleku ssaków jest różna i zależy głównie od fazy laktacji. Mleko pod koniec laktacji ma ok. siedmiokrotnie mniejszą ilość laktoferyny niż siara [20]. Lizozym wykazujący, podobnie jak laktoferyna, właściwości przeciwdrobnoustrojowe powoduje destrukcję błony komórkowej wielu bakterii Gram-dodatnich, szczególnie *Bacillus micrococcus*, *Saprosarcina ureae*, *Lactobacillus arabinosus*, *Sarcina lutea* oraz *Streptococcus faecalis*, prowadząc do ich lizy. W związku z tym rozwój w mleku takich patogenów jak *Staphylococcus* oraz *Streptococcus* jest utrudniony. Lizozym działający poza komórką inaktywuje enzymy wirusowe oraz neutralizuje kwaśne substancje. Należy dodać, że stwierdzono większą stabilność lizozymu w środowisku kwaśnym niż w alkalicznym. Jest on ponadto odporny na działanie enzymów żołądkowo-jelitowych, dlatego przechodzi do krwioobiegu. Pozostaje również aktywny w niskich (mrożenie) oraz wysokich (suszenie) temperaturach, dzięki czemu jest także obecny w mleku poddanym obróbce termicznej oraz w przetworach mleczarskich [25].

Tabela 3. Zawartość białek serwatkowych w mleku kłaczy, oślic i krów [% białek serwatkowych]
Table 3. Content of whey proteins in milk of mares, jennets and cows [% of whey proteins]

Składnik Component	Mleko / Milk		
	kłaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
α -laktoalbumina α -lactalbumin	$27,5 \div 29,7$	$22,0 \div 22,5$	$52,9 \div 53,6$
β -laktoglobulina β -lactoglobulin	$25,3 \div 36,3$	$28,80 \div 30,01$	$18,4 \div 20,1$
Lizozym Lysozyme	$6,6 \div 6,9$	$3,0 \div 20,0$	ilości śladowe trace amounts
Laktoferyna / Lactoferrin	$9,9 \div 10,0$	$23,4 \div 25,1$	$7,8 \div 8,4$
Immunoglobuliny Immunoglobulins	$18,70 \div 20,90$	$10,9 \div 11,2$	$10,1 \div 11,7$
Albumina serum Serum albumin	$4,4 \div 4,5$	$6,2 \div 6,8$	$5,5 \div 7,7$

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [25, 27] / the author's own study based on [25, 27]

Najbardziej alergennym białkiem mleka ssaków jest β -laktoglobulina, dlatego że nie występuje ona w mleku kobyliczym. Mimo że mleko koniowatych odznacza się większą zawartością tego białka (tab. 3), to charakteryzuje się znacznie większą straw-

nością w porównaniu z β -laktoglobuliną mleka krowiego. Wynika to z budowy tego białka, gdyż w mleku klaczy i oślic występuje ono w postaci monomeru, podczas gdy w mleku krowim – jako dimer [14].

Mleko klaczy i oślic zawiera niewiele tłuszczu, dzięki czemu jest lekkostrawne. Udział nasyconych kwasów w tłuszczu mleka kobyłego wynosi średnio 55 % (mniej niż w mleku krowim), podczas gdy nienasycone kwasy tłuszczowe występują w ilości ok. 45 % (więcej niż w mleku krowim) [20]. Mleko klaczy zawiera głównie średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe, natomiast charakterystyczną cechą tłuszczu mleka krowiego jest stosunkowo duża zawartość krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (do 10 atomów węgla). Tłuszcz mleka klaczy odznacza się dużą zawartością kwasu linolowego (ok. 8 %) oraz kwasu α -linolenowego (15 ÷ 25 %). W mleku krowim kwasy te występują w ilości ok. – odpowiednio: 2 i 0,1 % [1]. Tłuszcz mleka oślic charakteryzuje się mniejszym udziałem nasyconych kwasów tłuszczowych (ok. 60 %) w porównaniu z mlekiem przeżuwaczy (ok. 70 %), niemniej jednak cechuje się większą ilością nienasyconych kwasów tłuszczowych – blisko 15 %, podczas gdy w mleku krowim jest ich tylko ok. 2 % [30]. Mleko ośle nie zawiera kwasów tłuszczowych o konfiguracji trans, natomiast występują one w mleku klaczy, w którym dodatkowo potwierdzono (w niewielkich ilościach) sprzężony kwas linolowy (CLA) (0,05 ÷ 0,14 %). W mleku krowim ilość CLA mieści się w zakresie 0,43 ÷ 0,67 % [26]. Jak podają Martemucci i D'Alessandro [17], mleko pochodzące od oślic cechuje się wysokim stosunkiem nienasyconych do nasyconych kwasów tłuszczowych oraz dużą zawartością polienowych kwasów tłuszczowych omega-3 (PUFA) oraz niskim stosunkiem kwasów $n-6$ do $n-3$. Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka klaczy wynosi średnio 49,4 %, natomiast w mleku krowim zawiera się w przedziale 53,7 ÷ 63,5 % [19]. Kuleczki tłuszczowe mleka kobyłego są mniejsze (2 ÷ 3 μm) i zawierają mniej triacylogliceroli (80 %) w porównaniu z obecnymi w mleku krowim (3 ÷ 3,5 μm), które charakteryzuje się ok. 98-procentową zawartością triacylogliceroli. W mleku pochodzącym od oślic kuleczki są zdecydowanie najmniejsze, a ich średnica wynosi 1,92 μm [18].

Witaminy, składniki mineralne i aminokwasy

Clayes i wsp. [4] podają, że mleko oślic bogate jest w witaminę C, a zawiera mniej witamin A i E oraz innych witamin rozpuszczalnych w wodzie w porównaniu z mlekiem krów. Charakteryzuje się także większą zawartością witaminy D₃ i B₂, zarówno w odniesieniu do mleka krowiego, jak i mleka klaczy (tab. 4).

Mleko krów i oślic charakteryzuje się większą zawartością sodu, wapnia i cynku niż mleko klaczy. W mleku oślic obserwuje się najmniejszą zawartość potasu i miedzi oraz największą – żelaza. Najbogatsze w miedź i potas jest natomiast mleko krowie (tab. 5).

Tabela 4. Zawartość wybranych witamin w mleku klaczy, oślic i krów [mg/l]

Table 4. Content of selected vitamins in milk of mares, jennets and cows [mg/l]

Witamina Vitamin	Mleko / Milk		
	klaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
A	0,093 ÷ 0,34	0,017	0,38
D ₃	0,003 ÷ 0,004	0 ÷ 0,023	0,0004 ÷ 0,0005
E	0,26 ÷ 1,13	0,051 ÷ 0,054	1,0 ÷ 1,1
B ₂	0,01 ÷ 0,04	0,04 ÷ 0,97	0,12 ÷ 0,20
C	1,28 ÷ 8,10	12,10 ÷ 57,00	0,30 ÷ 2,30

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [1, 25] / the author's own study based on [1, 25]

Tabela 5. Zawartość wybranych składników mineralnych w mleku klaczy, oślic i krów [mg/l]

Table 5. Content of selected mineral components in milk of mares, jennets and cows [mg/l]

Składnik mineralny Mineral component	Mleko / Milk		
	klaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
K	491 ÷ 516	240 ÷ 960	1204 ÷ 1520
Na	119 ÷ 171	110 ÷ 260	504 ÷ 580
Ca	775 ÷ 1038	360 ÷ 1180	996 ÷ 1220
Zn	1,86 ÷ 1,99	1,23 ÷ 3,19	5,30 ÷ 6,64
Fe	0,25 ÷ 1,21	0,43 ÷ 2,66	0,04 ÷ 0,80
Cu	0,11 ÷ 0,25	0,08 ÷ 0,03	0,03 ÷ 0,60

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [1, 25] / the author's own study based on [1, 25]

Tabela 6. Zawartość wybranych aminokwasów w mleku klaczy, oślic i krów [g/100 g białka]

Table 6. Content of selected amino acids in milk of mares, jennets and cows [g/100 g of protein]

Aminokwas Amino acid	Mleko / Milk		
	klaczy / of mares	oślic / of jennets	krów / of cows
Kwas asparaginowy Aspartic acid	4,8 ÷ 10,4	8,9 ÷ 9,7	6,9 ÷ 7,8
Seryna / Serine	6,2 ÷ 7,1	4,1 ÷ 6,2	3,5 ÷ 4,8
Kwas glutaminowy Glutamic acid	6,1 ÷ 20,1	22,8 ÷ 23,1	23,2 ÷ 24,1
Glicyna / Glycine	1,9 ÷ 4,1	1,2 ÷ 1,3	1,8 ÷ 1,9
Histydyna / Histidine	2,4 ÷ 10,0	1,9 ÷ 2,3	3,0 ÷ 3,2
Tyrozyna / Tyrosine	2,8 ÷ 4,3	3,7 ÷ 3,8	4,4 ÷ 4,5

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [1, 25, 28] / the author's own study based on [1, 25, 28]

Po przeanalizowaniu zawartości aminokwasów w omawianych rodzajach mleka należy stwierdzić, że to mleko klaczy odznacza się największym udziałem kwasu asparaginowego, glicyny, seryny i histydyny, podczas gdy mleko pochodzące od krów charakteryzuje się większą zawartością kwasu glutaminowego oraz tyrozyny. W mleku

oślic dominuje kwas glutaminowy i asparaginowy, kolejno seryna, a następnie tyrozyna, histydyna i glicyna (tab. 6).

Składniki przeciwbakteryjne

Mikroorganizmy potencjalnie patogenne obecne w mleku surowym mogą pochodzić od zwierząt (nawet tych, które są zdrowe) lub być wynikiem zanieczyszczenia podczas udoju lub przechowywania mleka. Jak podają Massouras i wsp. [20], mleko pochodzące od klaczy oraz oślic charakteryzuje się dużą czystością mikrobiologiczną i małą zawartością komórek somatycznych, co najprawdopodobniej wynika z małego rozmiaru wymienia i niewielkiej zapadalności na *mastitis*. Niska liczba komórek bakterii może być również spowodowana dużą koncentracją lizozymu [4]. Także Claeys i wsp. [4] twierdzą, że surowe mleko klaczy charakteryzuje się wyższą jakością mikrobiologiczną niż surowe mleko krowie. Tłumaczą to różnicami zawartości naturalnych składników przeciwbakteryjnych, takich jak: laktoferyna, lizozym, laktoperoksydaza oraz immunoglobuliny. Czyżak-Runowska i wsp. [6] zbadali jakość surowego i chłodniczo przechowywanego mleka klaczy i nie stwierdzili obecności *Salmonella* spp. oraz bakterii z grupy coli. Potwierdzili ponadto, że mleko klaczy może być przechowywane przez 72 h w temp. 4 °C bez istotnego obniżenia jakości mikrobiologicznej. Hazelleger i Beumer [15] uważają, że mleko klaczy charakteryzuje się dużą zawartością bakterii kwasu mlekowego ($2 \div 4 \log \text{ jtk/ml}$), co zapobiega rozwojowi mikroorganizmów patogennych. Przy zbyt dużej liczbie LAB i w związku z dużą zawartością laktozy w mleku klaczy może to jednak prowadzić do szybkiego przekwaszenia mleka [6]. Chiavari i wsp. [3] przeanalizowali jakość mikrobiologiczną surowego mleka oślego i stwierdzili, że badane przez nich próbki były lekko zanieczyszczone bakteriami, ale ich liczba w żadnym przypadku nie przekraczała $4 \log \text{ jtk/ml}$. Mleko to charakteryzowało się stabilnym pH, co autorzy tłumaczyli obecnością naturalnych czynników bakteriostatycznych.

Zastosowanie

Z uwagi na duże podobieństwo składu mleka koniowatych do mleka kobiecego jego wykorzystanie rozważane jest głównie jako komponent odżywek dla niemowląt cierpiących na alergię na składniki mleka krowiego. Monti i wsp. [23] zbadali możliwość wprowadzenia mleka oślic do diety dzieci z silną alergią na mleko krowie. Stwierdzili, że ten rodzaj mleka może stanowić alternatywę dla mleka krowiego dzięki wysokiej tolerancji, smakowitości i wartości odżywczej. Poza tym spożywanie mleka oślic pomogło dzieciom osiągnąć prawidłowy wzrost i masę ciała oraz znormalizować oceniane parametry biochemiczne krwi. Zaobserwowano również poprawę ich stanu psychicznego, gdyż wprowadzano je do diety także w postaci przetworów (lodów, mleka fermentowanego) oraz jako składnik wyrobów cukierniczych i budyni. Zmniejsz-

szyło to poczucie krzywdy wśród dzieci, które do tej pory nie mogły spożywać tego rodzaju produktów.

Do produkcji serowarskiej najlepiej nadaje się mleko krowie, więc jedynie w niewielu rejonach Azji praktykowana jest produkcja sera z mleka kłaczy oraz oślic [13]. Mała zawartość kazeiny utrudnia wykorzystanie mleka kłaczy w serowarstwie, a niewielki udział tłuszczu uniemożliwia produkcję masła. Struktura mleka pochodzącego od kłaczy jest niestabilna w temperaturze powyżej 40 °C, dlatego wymaga ono szybkiego schłodzenia w ciągu 6 ÷ 9 h od udoju [7]. Najpopularniejszym produktem fermentowanym z mleka koniowatych jest kumys – produkt otrzymywany w wyniku fermentacji mlekowo-alkoholowej. Tradycyjnie wytwarzany był przez dodatek do świeżego mleka kłaczy wcześniej wyprodukowanego kumysu. Dzięki temu wprowadzano do mleka korzystne mikroorganizmy z poprzedniej fermentacji, których aktywność po 3 ÷ 8 h skutkowała wytworzeniem świeżej porcji mleka fermentowanego. Rodzima mikroflora kumysu zawiera głównie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Kluyveromyces fragilis* oraz *Saccharomyces unisporus* [8, 21]. W zależności od zawartości alkoholu etylowego wyróżnia się kumys słaby (1 % alkoholu etylowego), średni (2 % alkoholu etylowego) oraz mocny (3 % alkoholu etylowego) i bardzo mocny o zawartości alkoholu etylowego powyżej 4 %. Zaleca się rozpocząć spożywanie kumysu od dawki 100 ÷ 200 ml dziennie. Z czasem wypijaną ilość można zwiększyć nawet do 2 l dziennie. Mimo że kumys ma na świecie wielu zwolenników i produkowany jest na skalę przemysłową w Centralnej Azji oraz w krajach byłego Związku Radzieckiego, w Polsce nie spotkał się z zainteresowaniem ze strony producentów, jak i konsumentów. Jego produkcja narażona jest bowiem na pewne trudności wynikające z dużej zawartości lizozymu oraz niższego, niż w przypadku mleka krowiego, punktu izoelektrycznego kazeiny. Lizozym hamuje rozwój dodawanych kultur starterowych, dlatego inaktywuje się go przez obróbkę termiczną mleka w temp. 90 °C przez 3 min. Także w mleku oślic silne działanie przeciwbakteryjne lizozymu na bakterie kwasu mlekowego może powodować pewne ograniczenie jego potencjału w produkcji fermentowanych produktów mleczarskich, które wykazują działanie potencjalnie prozdrowotne. Problem stanowić może także duża zawartość laktozy, gdyż oznacza to konieczność zwiększenia dawki bakterii starterowych lub wydłużenie czasu fermentacji. Potwierdzono, że napój fermentowany z mleka oślic wykazuje działanie antyproliferacyjne, antymutagenne i przeciwbakteryjne. Jego spożycie wydaje się być bardziej korzystne w profilaktyce raka piersi w porównaniu z konsumpcją mleka nieukwaszonego [12].

Podsumowanie

Alergia na białka mleka wiąże się z rodzajem białka, jego ilością oraz budową. W związku z tym, że mleko kłaczy oraz oślic zawiera znacznie mniej białka, jest lepiej

tolerowane przez alergików oraz osoby cierpiące na schorzenia nefrologiczne w porównaniu z mlekiem krowim. Mleko koniowatych charakteryzuje się ponadto mniejszą zawartością kazeiny, niższym stosunkiem kazeiny do białek serwatkowych oraz udziałem poszczególnych frakcji kazeinowych i rozmiarem micel. Mimo że odznacza się większą zawartością β -laktoglobuliny, to jest w większym stopniu tolerowane niż mleko krowie, gdyż białko to występuje w mleku klaczy i oślic w postaci monomeru, podczas gdy w mleku krowim jako dimer. Atrakcyjny skład mleka oślic i klaczy wynika także z zawartości laktoferyny, lizozymu oraz immunoglobulin. Wywierają one korzystny wpływ na ludzki organizm, odgrywając ważną rolę w profilaktyce oraz wspomaganiu leczenia wielu chorób. Wzrost zainteresowania tymi rodzajami mleka może być również spowodowany m.in. zawartością witamin, które są konieczne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Mleko koniowatych zawiera także znacznie więcej laktozy w porównaniu z mlekiem krów. Najbardziej znanym produktem otrzymywanym z mleka klaczy jest kumys.

Literatura

- [1] Barłowska J., Wolanciuk A., Kędzierska-Matysek M., Litwińczuk Z.: Wpływ sezonu produkcji na podstawowy skład chemiczny oraz zawartość makro- i mikroelementów w mleku krowim i kozim. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, 6 (91), 69-78.
- [2] Businico L., Giampietro P.G., Lucenti P., Pini C., Di Felice G., Iacovacci P., Curadi C., Orlandi M.: Allergenicity of mare's milk in children with cow's milk allergy. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2000, 105, 1031-1034.
- [3] Chiavari C., Coloretto F., Nanni M., Sorrentino E., Grazia L.: Use of donkey's milk for a fermented beverage with lactobacilli. *Lait*, 2005, 85, 481-490.
- [4] Claves W.L., Verraes C., Cardoen S., de Block J., Huyghebaert A., Raes K., Dewettinck K., Herman L.: Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*, 2014, 42, 188-201.
- [5] Curadi M.C., Giampietro P.G., Luccenti P., Orlandi M.: Use of mare milk in pediatric allergology. *Proceedings of Associazione Scientifica di Produzione Animale XIV Congress, Firnze*, 12-15 June 2001, pp. 647-649.
- [6] Czyżak-Runowska G., Wójtowski J., Niewiadomka A., Markiewicz-Keszycka M.: Quality of fresh and stored mares' milk. *Mljekarstvo*, 2018, 68 (2), 108-115.
- [7] Danków R., Wójtowski J., Pikul J., Niżnikowski R., Cais-Sokolińska D.: Effect of lactation on the hygiene quality and some milk physicochemical traits of the Wielkopolska mare. *Arch. Tierz. Dummerstorf.*, 2006, 49, 201-206.
- [8] Di Cagno R., Tamborrino A., Gallo G., Leone C., De Angelis M., Faccia M., Amirante P., Gobetti M.: Uses of mares' milk in manufacture of fermented milk. *Int. Dairy J.*, 2004, 14, 767-775.
- [9] Egitto A.S., Girardet J.M., Miclo L., Mollé D., Humbert G., Gaillard J.L.: Susceptibility of equine κ - and β -caseins to hydrolysis by chymosin. *Int. Dairy J.*, 2001, 11, 885-893.
- [10] Egitto A.S., Miclo L., López C., Adam A., Girardet J.M., Gaillard J.L.: Separation and characterization of mare's milk α s1, β -, κ -caseins, γ -casein-like, and proteose peptone components 5-like peptides. *J. Dairy Sci.*, 2002, 85 (4), 697-706.

- [11] El-Agamy E.I.: The challenge of cow milk protein allergy. *Small Ruminant Res.*, 2007, 68 (1-2), 64-72.
- [12] Esener O., Balkan B.M., Armutak E.I., Uvez A., Yildiz G., Hafizoglu M., Yilmazer N., Gurel-Gurevin E.: Donkey milk kefir induces apoptosis and suppresses proliferation of ehrlich ascites carcinoma by decreasing iNOS in mice. *Biotech Histochem.*, 2018, 93 (6), 424-431.
- [13] Faccia M., Gambacorta G., Martemucci G., Difonzo G., D'Alessandro A.G.: Chemical-sensory traits of fresh cheese made by enzymatic coagulation of donkey milk. *Foods*, 2020, 9 (16), 1-13.
- [14] Fierro V., Valluzzi R.L., Banzato C., Plaza M.A., Bosquite M., Ibero M., Echeverria L.A.Z., Mennini M., Dahdah L., de Castellar R., Tort G., Jiménez J.: A Well-tolerated new amino acid-based formula for cow's milk allergy. *Immun Inflamm Dis.*, 2020, 8, 140-149.
- [15] Hazelleger W.C., Beumer R. R.: Microbial quality of raw horse milk. *Int. Dairy J.*, 2016, 63, 59-61.
- [16] Macedo Mota L.F., Pegolo S., Bisutti V., Bittante G., Cecchinato A.: Genomic analysis of milk protein fractions in brown swiss cattle. *Animals*, 2020, 10 (2), 336-351.
- [17] Martemucci G., D'Alessandro A.G.: Fat content, energy value and fatty acid profile of donkey milk during lactation and implications for human nutrition. *Lipids Health Dis.*, 2012, 11, #113.
- [18] Martini M., Altomonte I., Licitra R., Salari F.: Nutritional and nutraceutical quality of donkey milk. *J. Equine Veter. Sci.*, 2018, 65, 33-37.
- [19] Markiewicz-Kęszycka M., Wójtowski J., Czyżak-Runowska G., Kuczyńska B., Puppel K., Krzyżewski J., Strzałkowska N., Jóźwik A., Bagnicka E.: Concentration of selected fatty acids, fat-soluble vitamins and β -carotene in late lactation mares' milk. *Int. Dairy J.*, 2014, 38, 31-36.
- [20] Massouras T., Triantaphyllopoulos K., Theodossiou I.: Chemical composition, protein fraction and fatty acid profile of donkey milk during lactation. *Int. Dairy J.*, 2017, 75, 83-90.
- [21] Montanari G., Zambonelli C., Grazia L., Kamesheva G.K., Shigaeva M.K.H.: *Saccharomyces unisporus* the principal alcoholic fermentation microorganism of traditional koumiss. *J. Dairy Res.*, 1996, 63, 327-331.
- [22] Monti G., Bertino E., Muratore M.C., Coscia A., Cresi F., Silvestro L., Fabriis C., Fortunato D., Giuffrida M.G., Conti A.: Efficacy of donkey's milk in treating highly problematic cow's milk allergic children: An *in vivo* and *in vitro* study. *Pediatr. Allergy Immunol.*, 2007, 18, 258-264.
- [23] Monti G., Viola S., Baro C., Cresi F., Tovo P.A., Moro G., Ferrero M.P., Conti A., Bertino E.: Tolerability of donkeys' milk in 92 highly-problematic cows' milk allergic children. *J. Biol. Reg. Homeos. Ag.*, 2012, 26 (3), 75-82.
- [24] Narmuratova M.Kh., Cakir-Kiefer C., Narmuratova Zh.B.: Isolation and purification of lactoferrin from Kazakhstan mare milk. *Int. J. Biol. Chem.*, 2019, 12 (2), 64-69.
- [25] Nayak C.M., Ramachandra C.T., Nidoni U., Hiregoudar S., Ram J., Naik N.: Physico-chemical composition, minerals, vitamins, amino acids, fatty acids profile and sensory evaluation of donkey milk from Indian small grey breed. *J Food Sci. Technol.*, 2020, 57, 2967-2974.
- [26] Orlandi M., Goracci J., Curadi M.C.: Fat composition of mare's milk with reference to human nutrition. *Ann. Fac. Med. Vet. Pisa.*, 2003, 56, 97-104.
- [27] Potočník K., Gantner V., Kuterovac K., Cividini A.: Mare's milk: Composition and protein fraction in comparison with different milk species. *Mljekarstvo*, 2011, 61 (2), 107-113.
- [28] Rafiq S., Huma N., Pasha I., Sameen A., Mukhtar O., Khan M.I.: Chemical composition, nitrogen fractions and amino acids profile of milk from different animal species. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 2016, 29 (7), 1022-1028.
- [29] Saarinen K.M., Pelkonen A.S., Makela M.J., Savilahti E.: Clinical course and prognosis of cow's milk allergy are dependent on milk-specific IgE status. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2005, 116, 869-875.
- [30] Wszolek M., Filipczak-Fiutak M., Domagała J.: Skład i właściwości mleka oślego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, 1 (92), 29-40.

COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE OF MARE'S AND JENNET'S MILK AS COMPARED TO COW'S MILK

S u m m a r y

The yield and physical-chemical properties of mammals' milk depend on genetic, physiological and environmental factors. Owing to a valuable chemical composition and potentially health-promoting properties, mare's and jennet's milk has recently gained in popularity. The protein content in mare's milk ($1.5 \div 2.8$ %) is higher than that in jennet's milk ($1.5 \div 1.8$ %) and lower than that in cow's milk ($3.1 \div 3.8$ %). Mare's milk is recommended, inter alia, owing to its content of lactoferrin ($9.9 \div 10.0$ % of whey proteins), lysozyme ($6.6 \div 6.9$ % of whey proteins) and immunoglobulins ($8.7 \div 20.9$ % of whey proteins). The content of immune proteins in cow's and jennet's milk ranges, respectively, between: $10.1 \div 11.7$ % and $10.9 \div 11.2$ % in relation to the content of whey proteins; in cow's milk lysozyme is found in trace amounts, whereas in jennet's milk its content can be even as high as 20 %. Lactoferrin is the second antimicrobial component after lysozyme. Its highest amount is found in jennet's milk ($23.4 \div 25.1$ % of whey proteins); next in mare's milk ($9.9 \div 10.0$ % of whey proteins) and in cow's milk ($7.8 \div 8.4$ % of whey proteins). The content of lactose in jennet's, mare's and cow's milk is, respectively: $5.8 \div 7.4$ %, $5.8 \div 7.0$ % and $4.4 \div 4.9$ %, while the content of fat is, respectively: $0.28 \div 1.82$ %, $0.5 \div 2.0$ % and $3.5 \div 4.0$ %. Jennet's milk is rich in vitamin C, but it has a lower content of vitamins A and E. Also, it is characterised by a higher content of vitamins D₃ and B₂ compared to cow's milk and mare's milk. Cow's and jennet's milk is characterised by a higher content of sodium, calcium and zinc compared to mare's milk. In jennet's milk there are found the lowest amounts of potassium and copper and the highest content of iron. Cow's milk is found to be the richest in copper and potassium. A valuable chemical composition of mare's and jennet's milk makes them interesting for technologists and dieticians.

Key words: mare's milk, jennet's milk, cow's milk, allergy, antibacterial properties 

ELŻBIETA ROSIAK, MATEUSZ GEMBA, ALEKSANDRA WESOŁOWSKA

WPLYW PROCESU ZAMRAŻANIA I ROZMRAŻANIA NA BEZPIECZEŃSTWO MIKROBIOLOGICZNE MLEKA KOBIECEGO

Streszczenie

Mleko kobiece uznawane jest za „złoty standard” żywienia dla noworodków ze względu na unikatowe właściwości odżywcze i immunologiczne oraz źródło mikroflory stanowiącej podstawę do kształtowania mikrobiomu człowieka. Działalność Banków Mleka przyczynia się do racjonalizacji dostępności mleka kobiecego. Metodą utrwalania mleka w celu jego przechowywania jest zamrażanie. W pracy podjęto próbę oceny jakości mikrobiologicznej mleka kobiecego nieutralowanego oraz mleka poddanego zamrażaniu i rozmrażaniu z zastosowaniem metody w nawiewie powietrza o temp. 37 °C. Analizy wykonano w kierunku: ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych (OLD), *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Cronobacter sakazakii*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że w przypadku ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych 30 % próbek mleka kobiecego przed zamrożeniem przekraczało maksymalną akceptowaną liczbę drobnoustrojów, natomiast w przypadku mleka rozmrożonego było to 5 % prób. Liczba *Staphylococcus aureus* została przekroczona w 10 % próbek mleka przed zamrożeniem i w 5 % próbek mleka rozmrożonego. Stwierdzono, że proces zamrażania i prawidłowo przeprowadzony proces rozmrażania mogą stanowić istotny element kształtowania jakości mikrobiologicznej mleka kobiecego. W próbkach mleka kobiecego poddanych analizie nie wykryto bakterii patogennych: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Cronobacter sakazakii*. Bakterie *E. coli* również były nieobecne, co świadczy o dobrym stanie higieny i przestrzeganiu instrukcji higieny postępowania z mlekiem.

Słowa kluczowe: mleko kobiece, utrwalanie żywności, jakość mikrobiologiczna, zamrażanie, rozmrażanie

Wprowadzenie

Mleko kobiece zawiera niezbędne dla organizmu noworodka składniki odżywcze oraz czynniki przeciwbakteryjne i przeciwwirusowe. Ponadto drobnoustroje występu-

Dr inż. E. Rosiak, mgr inż. M. Gemba, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, dr hab. n. o zdr. A. Wesołowska, Uniwersytecka Pracownia Badań nad Mlekiem Kobiecym i Laktacją przy Regionalnym Banku Mleka w Szpitalu im. Św. Rodziny w Warszawie, Zakład Biologii Medycznej, Wydz. Nauk o Zdrowiu, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Litewska 14/16, 00-575 Warszawa. Kontakt: elzbieta_rosiak@sggw.edu.pl

jące w mleku kobiecym stanowią podstawę kształtującego się mikrobiomu noworodka [14, 25]. Bakterie uznawane za naturalną mikroflorę mleka kobiecego zostały zaklasyfikowane do setek operacyjnych jednostek taksonomicznych (OTUs Operational Taxonomic Units). W mleku każdej kobiety zidentyfikowano dziewięć OTUs stanowiących rdzeń mikroflory mleka matki i jednocześnie połowę mikroflory obserwowanej w próbie. Dziewięć rodzajów taksonomicznych bakterii występujących w mleku kobiecym to: *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Serratia*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Ralstonia*, *Propionibacterium*, *Sphingomonas*, *Bradyrhizobiaceae* [7, 11, 20]. Ponadto wymieniana się następujące rodzaje i gatunki bakterii wykazujące działanie probiotyczne: *Lactobacillus* (*L. gasseri*, *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. bifidus*), *Bifidobacterium* (*B. bifidum*), *Enterococcus* (*E. faecium*, *E. faecalis*) [22, 24, 38]. Wśród wymienionych rodzajów i gatunków bakterii znajdują się również szczepy patogenne, które nie zagrażają zdrowiu zdrowych niemowląt urodzonych w terminie [21].

W wyniku zakażeń bakteryjnych matki, zaniedbań higienicznych i manipulacyjnych w mleku mogą wystąpić bakterie patogenne, które stanowią przyczynę występowania ciężkich postaci sepsy wśród wcześniaków, noworodków i niemowląt [4, 22, 39]. Skażenie mleka kobiecego bakteriami może być także spowodowane zanieczyszczeniami środowiskowymi, jak: kontakt mleka z niesterylnymi powierzchniami (plastikowe butelki do przechowywania mleka, smoczki, części laktatora), niewłaściwy sposób odciągania mleka, nieodpowiedni transport, składowanie lub przechowywanie mleka, zanieczyszczenia krzyżowe oraz nieprzestrzeganie procedur dezynfekcji sprzętu mającego kontakt z mlekiem [4, 10, 17, 29]. Z mleka kobiecego izolowano następujące patogeny: *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus* spp., *Streptococcus* grupa B, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Cronobacter sakazakii*, *Escherichia coli* [6, 12, 23, 37 38].

Zasoby mleka kobiecego zgromadzone w Bankach Mleka Kobiecego podlegają procedurze postępowania zapewniającej bezpieczeństwo produktu. Po odebraniu mleka od dawczyni, przed procesem pasteryzacji, a także po procesie pasteryzacji mleko jest przechowywane w postaci zamrożonej w temp. $-18 \div -20$ °C. Następnie podlega rozmrażaniu, które powinno trwać możliwie krótko. Do rozmrażania żywności stosuje się m.in. temperaturę, wysokie ciśnienie hydrostatyczne, mikrofały, ultradźwięki, a w przypadku niektórych produktów – rozmrażanie immersyjne w solance [36]. Mleko kobiece rozmrażane jest w łaźni wodnej, w nawiewie ciepłego powietrza o temp. 37 °C lub w temperaturze chłodniczej. Mleko niepasteryzowanego po rozmrożeniu nie należy ponownie zamrażać, chyba że porcja mleka uległa rozmrożeniu w mniej niż połowie objętości (np. w czasie transportu do szpitala). Wówczas próbki należy traktować jak nierozmrożone i można je zamrozić. Mleko kobiece rozmrożone należy przechowywać w temp. 4 °C i zużyć w ciągu 24 h od całkowitego rozmrożenia. Mleko

rozmrożone podgrzane do temp. $25 \div 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ należy zużyć maksymalnie w ciągu 4 h lub zutylizować [3]. Mleko pasteryzowane po rozmrożeniu należy wymieszać, a przed podaniem dziecku można podgrzać do temp. $37 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3, 15].

Celem pracy była ocena jakości mikrobiologicznej mleka kobiecego nieutrwalonego i mleka poddanego zamrożeniu, a następnie rozmrożeniu w nawiewie powietrza o temp. $37\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiło 20 próbek niepulowanego mleka kobiecego o objętości 20 ml każda (P1 - P20), pozyskanego od pięciu dawczyń Banku Mleka Kobiecego w Warszawie. Po ocenie jakości mikrobiologicznej mleka kobiecego próbki zamrażano i przechowywano w temp. $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ przez 3 tygodnie. Następnie próbki rozmrażano w nawiewie powietrza o temp. $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ w ciągu do 30 min z kilkakrotnym mieszaniem. Za moment rozmrożenia uznawano brak obecności kryształów lodu.

Analizę mikrobiologiczną wykonywano w kierunku ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych – OLD [30], *Escherichia coli* [31], *Staphylococcus aureus* [32], *Cronobacter sakazakii* [33], *Listeria monocytogenes* [34], *Salmonella* spp. [35].

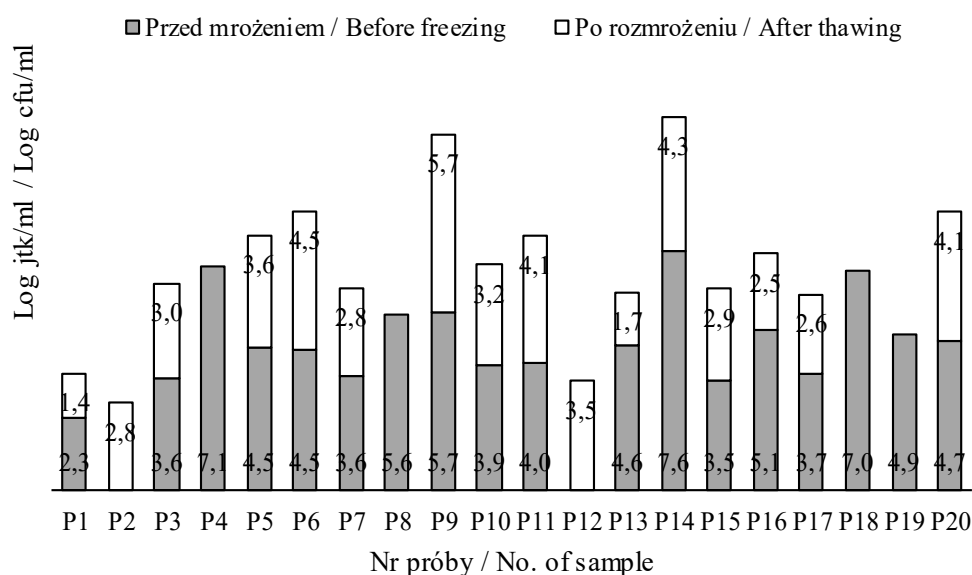
Analizę w kierunku ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych, *E. coli* i *C. sakazakii* wykonywano techniką posiewu wgłębnego z użyciem odpowiednio: agaru odżywczego AT 2 % (Biokar Diagnostics, Polska), agaru chromogenego TBX (LabM-Neogen Lmd, USA), agaru Rapid Sakazakii (LabM-Neogen Lmd, USA). Płytki inkubowano 24 - 48 h w temp. $30 \div 37\text{ }^{\circ}\text{C}$. W przypadku oznaczenia *C. sakazakii*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* próby przednamnażano odpowiednio na: bulionie selektywnym *C. sakazakii* (LabM-Neogen Lmd, USA); bulionie $\frac{1}{2}$ Frazer oraz Frazer – z suplementem X211 (LabM-Neogen Lmd, USA); BWP (LabM-Neogen Lmd, USA) i Rapaport-Vasiliadis (Oxoid, Polska) w temp. $30 \div 37\text{ }^{\circ}\text{C}/24\text{ h}$. W przypadku *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* i *Salmonella* spp. wykonywano posiew powierzchniowy odpowiednio na pożywce Barid Parkera (LabM-Neogen Lmd, USA) z suplementem RPF (Bio-Rad, Polska), *Listeria chromogenic* Agar z suplementem X10; X72 (LabM-Neogen Lmd, USA) i Palcam (LabM-Neogen Lmd, USA) oraz XLD i BGA (LabM-Neogen Lmd, USA). Płytki inkubowano w temp. $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ przez 24 - 48 h. Po inkubacji zliczano typowe kolonie. Identyfikację bakterii *C. sakazakii* przeprowadzano z użyciem testów API 32E (Biomerieux, Polska).

Testowanie różnic statystycznych pomiędzy grupami przeprowadzono w programie Statistica wersja 13.3 z wykorzystaniem testu t przy $p = 0.05$.

Wyniki i dyskusja

Stan mikrobiologiczny mleka przed zamrożeniem

W żadnej z analizowanych próbek nie wykryto bakterii patogennych *Listeria monocytogenes* i *Salmonella* spp., podobnie jak w badaniach, które przeprowadzili wcześniej Gribble i Hausman [12]. W przypadku próbek P2 i P12 nie oznaczono OLD, w pozostałych 18 zanieczyszczenie mleka kobiecego przed zamrożeniem wahało się od log 2,3 jtk/ml (P1) do log 7,59 jtk/ml (P14) – rys. 1. W przypadku 30 % próbek stwierdzono przekroczenie przyjętych w procedurach Banków Mleka Kobięcego w Polsce oraz Wielkiej Brytanii [24, 38] kryteriów zanieczyszczenia mikrobiologicznego na poziomie $< 10^5$ jtk/ml (tab. 1). Podczas identyfikacji mikroflory komensalnej, oznaczanej w postaci ogólnej liczby drobnoustrojów, wykazano jako dominujące rodzaje *Staphylococcus* spp. i *Streptococcus* spp. w mleku przed zamrożeniem i po rozmrożeniu. Gatunki *Streptococcus cristatus*, *S. mitis*., *S. peroris*, *S. parasanguis* i *S. salivarius* były obecne w mleku przed zamrożeniem oraz po zamrażalniczym przechowywaniu w temp. -20°C przez 6 tygodni. W tym samym doświadczeniu w mleku przed zamrożeniem i po nim zaobserwowano także obecność jednego przedstawiciela bakterii



Rys. 1. Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych w mleku kobiecym przed zamrożeniem i po rozmrożeniu

Fig. 1. Total count of mesophilic aerobic microorganisms in breast milk before freezing and after thawing

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

Tabela 1. Kryteria mikrobiologiczne nieutrwalonego mleka kobiecego przyjmowanego do Banku Mleka
 Table 1. Microbiological criteria for raw breast milk to be accepted into Human Milk Bank

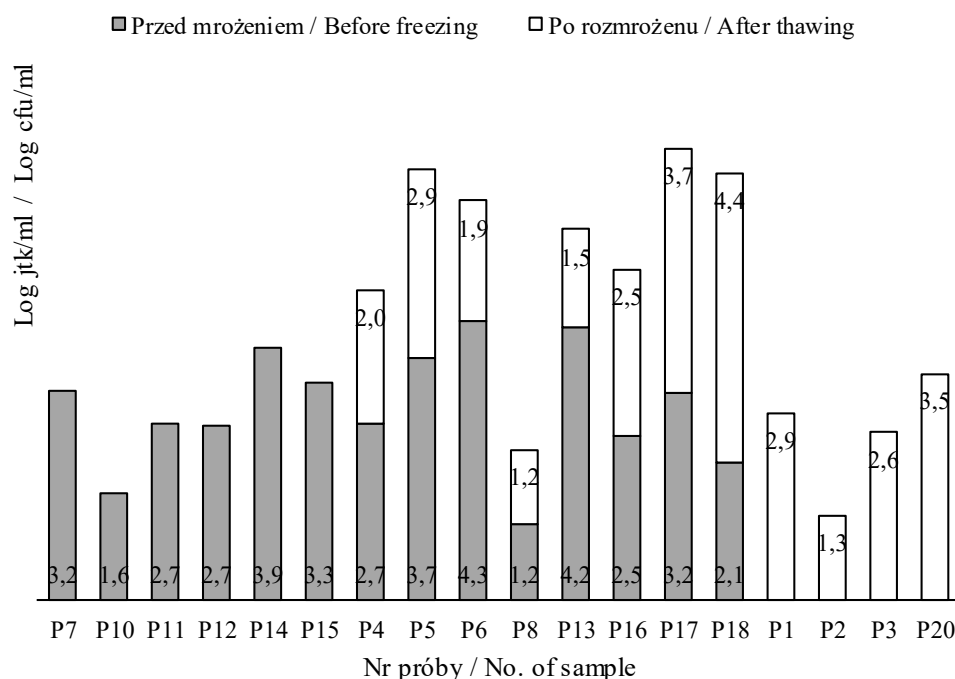
Kryterium oceny Assessment criterion	Maksymalna dopuszczalna liczba bakterii w surowym mleku [jtk/ml] Maximum acceptable count of bacteria in raw milk [CFU/ml]
Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych Total count of mesophilic aerobic microorganisms	$< 10^5$
Liczba gronkowców koagulazododatnich Count of coagulase positive staphylococci	$< 10^4$
Liczba bakterii z grupy coli Count of coliform bacteria	$< 10^3$

Źródło / Source: [24]

kwasy mlekowego – *Lactobacillus gasseri* [26]. Identyfikacja i badania mikroflory komensalnej i probiotycznej mleka kobiecego umożliwiły wykazanie potencjalnego jej wykorzystania w zapobieganiu stanom zapalnym powodowanym przez *S. aureus*. Mechanizm tego oddziaływania polega na współzawodnictwie mikroflory komensalnej z patogenem o składniki odżywcze, miejsca wiązania do komórek gospodarza oraz produkcję kwasu, nadtlenu wodoru czy bakteriocyn [14, 25].

W sześciu próbkach mleka kobiecego (30 %) przed procesem zamrażania (P5, P6, P9 - P11 i P19) stwierdzono obecność bakterii innych niż *E. coli*, uznanych za coli-form.

Obecność *S. aureus* stwierdzono w 14 próbkach przed zamrożeniem na poziomie od log 1,15 jtk/ml (P8) do log 4,25 jtk/ml (P6) – rys. 2. W próbce P13. obserwowano przekroczenie poziomu zanieczyszczenia $< 10^4$ jtk/ml przyjętego w procedurze postępowania z mlekiem w Banku Mleka (tab. 1). Inni autorzy również obserwowali obecność bakterii z rodzaju *Staphylococcus* spp. w mleku przed zamrożeniem i po nim, które stanowiły odpowiednio: 30,1 i 30,8 % całkowitej liczby drobnoustrojów. Gatunkiem dominującym był *S. epidermidis*, natomiast *S. homini*, *S. warneri* i *S. pasteurii* wymieniane są jako występujące sporadycznie [26]. Heikkilä i Saris [14] wyizolowali stafylokokki w 39 na 40 próbek badanego mleka, a dominującym gatunkiem był również *S. epidermidis*. [14]. W 7 próbkach były to jedyne oznaczone bakterie. Identyfikacja z zastosowaniem techniki PCR umożliwiła wykrycie obecności *S. aureus* w 62 (86,2 %) z 72 badanych próbek mleka kobiecego. Spośród 62 izolatów *S. aureus* 30 (48,3 %) miało przynajmniej jeden gen kodujący produkcję enterotoksyn. W pozostałych 10 próbkach oznaczono *Staphylococcus lugdunensis*. W badaniach własnych w 6 próbkach (42,85 %) mleka rozmrożonego, tj. P7, P10, P11, P12, P14 i P15 nie stwierdzono *S. aureus*, co może świadczyć o hamującym wpływie procesu mrożenia i/lub mikroflory komensalnej mleka kobiecego na namnażanie tych bakterii [14].

Rys. 2. Liczba *Staphylococcus aureus* w mleku kobiecym przed zamrożeniem i po rozmrożeniuFig. 2. Count of *Staphylococcus aureus* in breast milk before freezing and after thawing

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

W 8 próbkach: P4, P7 - P10, P13, P15 i P19 mleka kobiecego przed procesem zamrażania oznaczono drobnoustroje wykazujące na pożywce Rapid Sakazakii wzrost typowy dla *C. sakazakii*. Oznaczona liczba bakterii wyniosła od log 1,82 jtk/ml do log 3,70 jtk/ml. W badaniach identyfikacji testami biochemicznymi [33] nie potwierdzono przynależności kolonii bakteryjnych do rodzaju *Cronobacter* spp. Bowen i wsp. [4] oraz McMullan i wsp. [23] opisali przypadki izolowania *C. sakazakii* z próbek mleka kobiecego oraz z powierzchni sprzętu mającego kontakt z mlekiem kobiecym. Najczęściej jednak mleko kobiece jest czynnikiem transferu patogenu ze środowiska do organizmu dziecka. Bakterie z rodzaju *Cronobacter* spp. zalicza się do patogenów odpowiedzialnych za występowanie rzadkich, ale zagrażających życiu chorób: zapalenia opon mózgowych, bakteriemii, kilku form martwiczego zapalenia jelit [2]. Najbardziej narażone na zakażenia wywołane przez bakterie z rodzaju *Cronobacter* spp. są noworodki poniżej 28. dnia życia, noworodki urodzone przedwcześnie, niemowlęta o małej masie urodzeniowej (poniżej 2,5 kg) oraz niemowlęta z upośledzeniem odporności [8, 19]. W USA częstość występowania infekcji wywołanych przez *Cronobacter* spp. wynosi 1 na 100 tysięcy niemowląt, ale ryzyko zakażenia wzrasta do 9,4 w przypadku

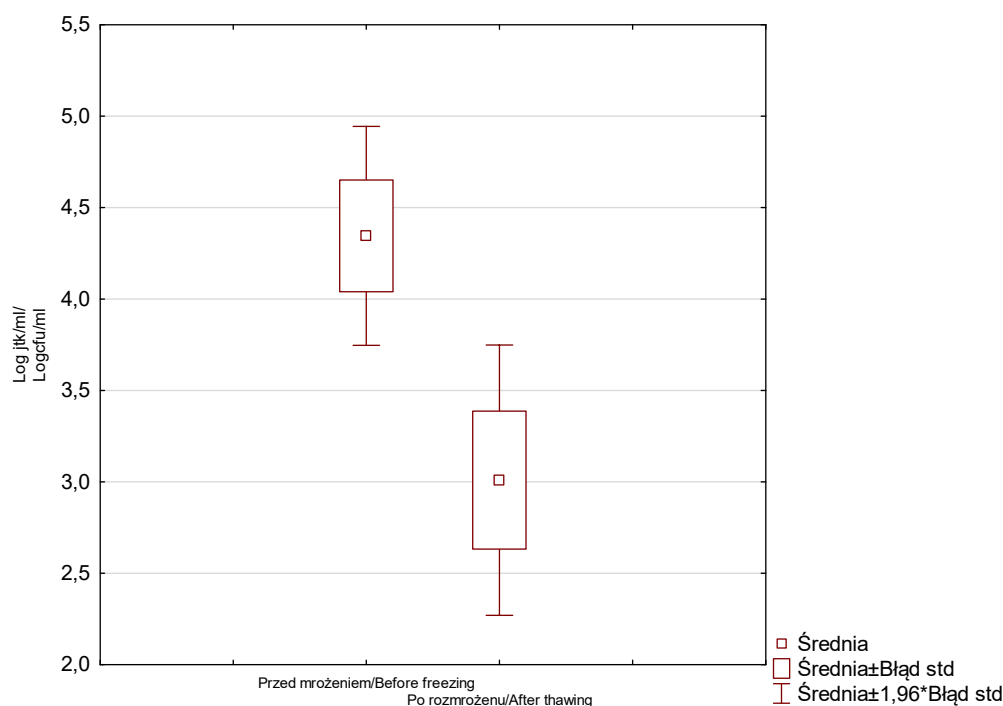
niemowląt z małą masą urodzeniową [16]. Wskaźnik śmiertelności niemowląt z noworodkowym zapaleniem opon mózgowo-rdzeniowych szacuje się na ok. $40 \div 80$ % [5, 9]. W 94 % przypadków u niemowląt, które przeżyły ropne zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych wywołane zakażeniem *C. sakazakii*, choroba ta pozostawiała nieodwracalne powikłania neurologiczne, m.in. wodogłowie, zaburzenia słuchu i wzroku oraz niedowład kończyn [5].

Stan mikrobiologiczny mleka po rozmrożeniu

W żadnej z analizowanych próbek mleka po rozmrożeniu nie wykazano obecności bakterii patogennych *Listeria monocytogenes* i *Salmonella* spp. W 4 próbach mleka rozmrożonego: P4, P8, P18, P19 nie oznaczono OLD. W przypadku pozostałych próbek mleka rozmrożonego (80 %) stwierdzono statystycznie istotną redukcję liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych przed procesem mrożenia i po nim ($p < 0,01$) (rys. 1 i 3). Zaobserwowana tendencja redukcji ogólnej liczby drobnoustrojów może być wynikiem zakłócenia warunków niezbędnych do prawidłowego metabolizmu drobnoustrojów przez zamrażanie wolnej wody zawartej w produkcie. Zmniejszenie liczby drobnoustrojów w temperaturze poniżej 0 °C stopni jest procesem powolnym i zależy m.in. od wartości temperatury. Zamrażanie mleka kobiecego prowadzi się w temp. $-18 \div -20$ °C i nie gwarantuje to zaniku całej populacji drobnoustrojów [13]. Marin i wsp. [26] nie stwierdzili statystycznie istotnych różnic pod względem ogólnej liczby drobnoustrojów pomiędzy próbkami mleka przed zamrożeniem i po przechowywaniu zamrażalniczym [26]. Novak i wsp. [28] analizowali 30 próbek rozmrożonego mleka kobiecego. Otrzymane przez autorów wyniki były znacznie wyższe niż otrzymane w badaniach własnych. Wartość ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych wynosiła od 10^4 jtk/ml do 10^8 jtk/ml. W 7 próbkach mleka rozmrożonego (35,0 %): P1 - P3, P5, P8, P9, P11 w analizie na pożywce z tryptonem, żółcią i X-β-D glukuronidem stwierdzono obecność drobnoustrojów niewykazujących typowego dla *E. coli* wzrostu. Zanieczyszczenie mleka tą grupą drobnoustrojów wynosiło od log 1,78 do log 3,59 jtk/ml. Obecność *E. coli* oraz bakterii z grupy coli może świadczyć o nieprawidłowej higienie postępowania z mlekiem kobicym. Analogiczne wyniki uzyskali Novak i Almeida [27]. Pałeczki z grupy coli wyizolowali oni z 31,2 % próbek mleka kobiecego, a oznaczona liczba bakterii wynosiła $3 \times 10^0 \div 1,1 \times 10^4$.

Bakterie *S. aureus* oznaczono w 12 próbkach mleka rozmrożonego na poziomie od log 1,15 jtk/ml (P8) do log 4,43 jtk/ml (P18). W przypadku próbek mleka P4 - P6, P8, P13, P16 - P18 liczba bakterii *S. aureus* w próbkach rozmrożonych nie różniła się statystycznie istotnie ($p = 0,453$) od liczby tych bakterii w próbkach przed zamrożeniem (rys. 4). Były to wyniki podobne do tych, które uzyskali Marin i wsp. [26] w przypadku wszystkich oznaczanych grup drobnoustrojów w próbkach przed zamrożeniem i przechowywanych przez sześć tygodni. Novak i wsp. [28] oznaczyli liczbę *S.*

aureus w 9 z 30 przeanalizowanych próbek, a zanieczyszczenie wynosiło od 10^3 jtk/ml ÷ 10^6 jtk/ml. Wśród zdrowej populacji nosicielstwo *S. aureus* nie jest rzadkie i, jak podają Adamek-Guzik i wsp. [1], dotyczy 18 ÷ 40 % osób. W 4 próbkach (P1 - P3, P20) oznaczono *S. aureus* tylko w mleku rozmrożonym.



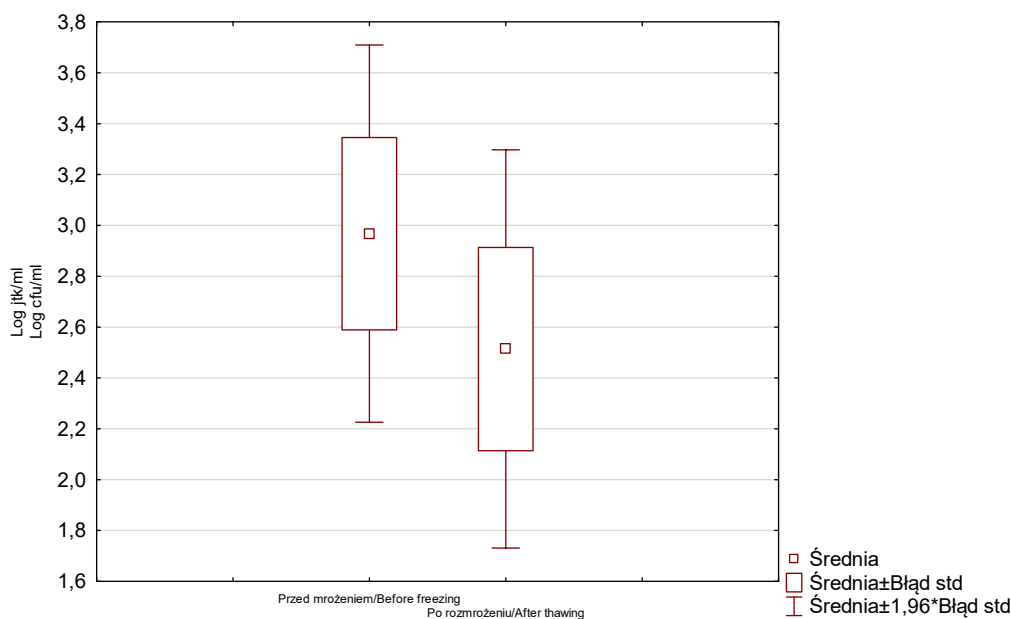
Rys. 3. Statystyki opisowe ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych oznaczonych w mleku kobiecym przed zamrożeniem i po rozmrożeniu

Fig. 3. Descriptive statistics of total count of mesophilic aerobic microorganisms determined in breast milk before freezing and after thawing

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

W próbkach mleka rozmrożonego P1, P6, P11, P12, P16 - P18 nie stwierdzono obecności bakterii wykazujących wzrost na pożywce Rapid Sakazakii. W pozostałych 13 próbkach stwierdzano wzrost mikroflory mleka na wymienionej pożywce przed zamrożeniem lub po procesie rozmrażania. Komercyjne zestawy testów biochemicznych ID32E i API 20E nie pozwalają na wiarygodną identyfikację izolatów *Cronobacter* na poziomie rodzaju i gatunku. Metoda dostarcza fałszywie dodatnich i fałszywie ujemnych wyników. Około 80 % szczepów *Cronobacter* zostało poprawnie zidentyfikowanych na poziomie rodzaju z wykorzystaniem bieżących wersji baz danych ID 32E i API 20E odpowiednio v. 4.0 i v. 5.0., natomiast identyfikacja na poziomie gatunku

z wykorzystaniem zestawu ID 32E dała poprawne wyniki w 50 %. W przypadku kart Vitek GN wszystkie gatunki *Cronobacter* zostały zidentyfikowane jako *C. sakazakii*, do grupy tej zaliczono także przedstawicieli rodzaju *Franconibacter* [18, 40].



Rys. 4. Statystyki opisowe liczby *Staphylococcus aureus* oznaczonych w mleku kobiecym przed zamrożeniem i po rozmrożeniu

Fig. 4. Descriptive statistics of count of *Staphylococcus aureus* determined in breast milk before freezing and after thawing

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

Wnioski

1. W mleku kobiecym poddanym analizie nie oznaczono bakterii patogennych *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Cronobacter sakazakii*.
2. Po procesach zamrażania i rozmrażania mleka kobiecego metodą owiewową zaobserwowano istotną redukcję ogólnej liczby drobnoustrojów w porównaniu z mlekiem nieutralizowanym. Liczba próbek przekraczających górną granicę tolerancji zanieczyszczenia OLD – 10^5 jtk/ml zmniejszyła się z 30 do 5 %.
3. Procesy zamrażania i rozmrażania mleka nie wpłynęły na liczbę bakterii *S. aureus*. Nie oznaczono bakterii *E. coli* w mleku kobiecym przed zamrożeniem i po rozmrożeniu, natomiast bakterie z grupy coli oznaczono odpowiednio w 30 i 35 % próbek.

4. Proces zamrażania i prawidłowo przeprowadzony proces rozmrażania mogą stanowić istotny czynnik kształtowania jakości mikrobiologicznej mleka kobiecego.

Literatura

- [1] Adamek-Guzik T., Guzik T., Czerniawska-Mysik G., Pryjma J.: Znaczenie obniżonej odporności na infekcje w patogenezie atopowego zapalenia skóry – Rola *Staphylococcus aureus*. *Alerg. Astma Immun.*, 2001, 6, 169-179.
- [2] Akineden O., Heinrich V., Grossb M., Usleber E.: Reassessment of *Cronobacter* spp. originally isolated as *Enterobacter sakazakii* from infant food. *Food Microbiol.*, 2017, 65, 44-50.
- [3] Bernatowicz-Łojko U., Wesołowska A.: Zasady postępowania z mlekiem matki dla jej biologicznego dziecka przebywającego w szpitalu oraz ze sprzętem laktacyjnym – rekomendacje. Bank Mleka Kobiecego, Warszawa 2014.
- [4] Bowen A., Wiesenfeld H.C., Kloesz J.L., Pasculle A.W., Nowalk A.J., Brink L., Elliot E., Martin H., Tarr C.L.: Notes from the Field: *Cronobacter sakazakii* infection associated with feeding extrinsically contaminated expressed human milk to a premature infant – Pennsylvania 2016. *MMWR*, 2017, 66, 761-762.
- [5] Dancer G.I., Mah J.H., Rhee M.S., Hwang I.G., Kang D.H.: Resistance of *Enterobacter sakazakii* (*Cronobacter* spp.) to environmental stresses. *J. Appl. Microbiol.*, 2009, 107, 1606-1614.
- [6] Eja M.E., Asikong B.E., Udo S.M., Mboto C.I., Arikpo G.E.: Microbiological and biochemical assessment of the surface area of breast nipples and breast milk of lactating women in Calabar, Southeastern Nigeria. *Southeast Asian. J. Trop. Med. Public Health*, 2006, 37, 215-221.
- [7] Fernández L., Langa S., Martín V., Maldonado A., Jiménez E., Martín R., Rodríguez J.M.: The human milk microbiota: Origin and potential roles in health and disease. *Pharmacol. Res.*, 2013, 69, 1-10.
- [8] Friedemann M.: Epidemiology of invasive neonatal *Cronobacter* (*Enterobacter sakazakii*) infections. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.*, 2009, 28, 1297-1304.
- [9] Gemba M., Rosiak E., Kołożyn-Krajewska D.: *Cronobacter* spp. Poważne zagrożenie w żywności dla niemowląt. *Postępy Mikrobiologii*, 2020, 53 (1), 137-149.
- [10] Giovannini M., Verduci E., Ghisleni D., Salvatici E., Riva E., Agostoni C.: *Enterobacter sakazakii*: An emerging problem in paediatric nutrition. *Int. Med. J. Resarch*, 2008, 35, 394-399.
- [11] Gomez-Gallego C., Garcia-Mantrana I., Salmien S.: The human milk microbiome and factors influencing its composition and activity. *Semin. Fetal Neonatal Med.*, 2016, 21, 400-405.
- [12] Gribble K.D., Hausman B.L.: Milk sharing and formula feeding: Infant feeding risks in comparative perspective? *Australas. Med. J.*, 2012, 5(5), 275-283.
- [13] Gruda Z., Postolski J.: Zamrażanie żywności. WNT, Warszawa 1985.
- [14] Heikkilä M.P., Saris P.E.J.: Inhibition of *Staphylococcus aureus* by the commensal bacteria of human milk. *J. Appl. Microbiol.*, 2003, 95, 471-478.
- [15] Helwich E., Wilińska M., Borszewska-Kornacka M.K., Królak-Olejek B., Nehring-Gugulska M., Bernatowicz-Łojko U., Zawitkowski P., Nowicka K., Pawlus B., Kostuch M., Baszczeska J.: Program wczesnej stymulacji laktacji dla ośrodków neonatologicznych i położniczych III poziomu referencyjnego. *Stand. Med., Pediatr.*, 2014, 11, 9-16.
- [16] Hu L., Grim C.J., Franco A.A., Jarvis K.G., Sathyamoorthy V., Kothary M.H., Tall B.D.: Analysis of the cellulose synthase operon genes, *bcsA*, *bcsB*, and *bcsC* in *Cronobacter* species: Prevalence among species and their roles in biofilm formation and cell-cell aggregation. *Food Microbiol.*, 2015, 52, 97-105.

- [17] Jackson E., Flores J., Fernandez-Escartin E., Forstye S.: Reevaluation of a suspected *Cronobacter sakazakii* outbreak in Mexico. J. Food Prot., 2015, 78, 1191-1196.
- [18] Jackson E.E., Forsythe S.J.: Comparative study of *Cronobacter* identification according the phenotyping methods. BMC Microbiol., 2016, 16, #146.
- [19] Jaradat Z.W., Mousa W.A., Elbetiha A., al Nabulsi A., Tall B.D.: *Cronobacter* spp. – opportunistic food-borne pathogens. A review of their virulence and environmental-adaptive traits. J. Med. Microbiol., 2014, 63, 1023-1037.
- [20] Jiménez E., de Andrés J., Manrique M., Pareja-Tobes P., Tobes R., Martinez-Blanch J.F., Codoñer F.M., Ramón D., Fernández L., Rodríguez J.M.: Metagenomic analysis of milk of healthy and mastitis-suffering women. J. Hum. Lact., 2015, 31 (3), 406-415.
- [21] Keim S.A., Hogan J.S., McNamara K.A., Gudimelta V., Dillon C.E., Kwiek J.J., Geraghty S.R.: Microbiological contamination of human milk purchased via the internet. Pediatrics, 2013, 132, 1227-1235.
- [22] Kornacka M.K.: Flora bakteryjna pokarmu naturalnego. Pediatr. Pol., 2007, 12, 905-909.
- [23] McMullan R., Menon V., Beukers A.G., Jensen S.O., van Hal S.J., Davis R.: *Cronobacter sakazakii* infection from expressed breast milk, Australia. Emerg. Infect. Dis., 2018, 24, 393-394.
- [24] Malinowska-Pańczyk E.: Jakość mikrobiologiczna mleka kobiecego z banku mleka. W: Banki Mleka w Polsce. Funkcjonowanie w podmiotach leczniczych – idea i praktyka. Red. A. Wesołowska. Fundacja Bank Mleka Kobiecego, Warszawa 2017, ss. 146-148.
- [25] Martín M.L., Olivares M., Boza J., Jiménez J., Fernández L., Xaus J., Rodríguez J.M.: The commensal microflora of human milk new perspectives for food bacteriotherapy and probiotics. Trends Food Sci. Technol., 2004, 15, 121-127.
- [26] Marín M., Arroyo R., Jiménez E., Gómez A., Fernández L., Rodríguez J.M.: Cold storage of human milk: Effect on its bacterial composition. J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr., 2009, 49, 343-348.
- [27] Novak F.R., Almeida J.A.G.: Alternative test for detection of coliforms bacteria in manually expressed human milk. J. Pediatr., 2002, 78, 193-196.
- [28] Novak R.F., Junquera A.R., Dias M. de S.P.C., Almeida J.A.G.: Sensorial analysis of expressed human milk and its microbial load. J. Ped., 2008, 84 (2), 181-184.
- [29] Peters M.D., McArthur A., Munn Z.: Safe of expressed breast milk: A systematic review. Women and Birth., 2016, 29, 473-481.
- [30] PN-EN ISO 4833-2:2013-12. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Część 2: Oznaczanie liczby metodą posiewu powierzchniowego w temperaturze 30 stopni C.
- [31] PN-ISO 16649-2:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby beta-glukuronidazo-dodatnich *Escherichia coli*. Część 2: Metoda płytkowa w temperaturze 44 stopni C z zastosowaniem 5-bromo-4-chloro-3-indolilo beta-D-glukuronidu.
- [32] PN-EN ISO 6888-2:2001/A1:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby gronkowców koagulazo-dodatnich (*Staphylococcus aureus* i innych gatunków). Część 2: Metoda z zastosowaniem pożywki agarowej z plazmą króliczą i fibrynogenem.
- [33] PN-EN-ISO 22964:2017-06. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania *Cronobacter* spp.
- [34] PN-EN ISO 11290-1:2017-07. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby *Listeria monocytogenes* i innych *Listeria* spp. Część 1: Metoda wykrywania.
- [35] PN-EN ISO 6579-1:2017-04. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania, oznaczania liczby i serotypowania *Salmonella*. Część 1: Wykrywanie *Salmonella* spp.
- [36] Postolski J.: Badania nad zastosowaniem wysokich ciśnień w procesach zamrażania i rozmrażania żywności. Chłodnictwo, 2000, 35, 38-43.

- [37] Serafini A.B., Andre M.C., Rodrigues M., Kipnis A., Carvalho C., Campos R.M., Monteiro E., Martins F., Jube T.: Microbiological quality of human milk from a Brazilian milk bank. *Revista de Saúde Pública*, 2003, 37 (6), 775-779.
- [38] Serra V.V., Teves S., de Volder A.L., Ossorio F., Aguilar N., Armadans M.: Comparison of the risk of microbiological contamination between samples of breast milk obtained at home and at healthcare facility. *Arch. Argent. Pediatr.*, 2013, 111 (2), 115-119.
- [39] Shetty A., Barnes R., Adappa R., Doherty C.: Quality control of expressed breast milk. *J. Hosp. Infect.*, 2006, 62, 253-254.
- [40] Wang Q., Forsythe S.J., Zhao X.J., Wang Z.W., Li D., Ma D., Cao J.Y., Zeng J.: Species identification and molecular characterization of *Cronobacter* spp. isolated from food imported over nine years into Beijing, China. *Food Microbiol.*, 2019, 82, 11-19.

EFFECT OF FREEZING AND THAWING PROCESS ON MICROBIOLOGICAL SAFETY OF HUMAN MILK

S u m m a r y

Human milk is recognised as a "gold standard" of nutrition for all newborns owing to its unique nutritional and immunological properties and because it is a source of microflora, which is a basis for shaping the human microbiome. Activities of the Human Milk Banks contribute to the rationalisation of breast milk availability. Freezing is a method to preserve milk for keeping it stored. The research study attempts to assess the microbiological quality of unprocessed human milk and frozen and thawed milk using a method of air supply at 37 °C. Analyses were performed to determine the following: total count of mesophilic aerobic microorganisms (TPC – Total Plate Count), *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Cronobacter sakazakii*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. Based on the results obtained, it was found that in the case of the total count of mesophilic aerobic microorganisms 30 % of the samples of human milk before freezing exceeded the maximum acceptable count of microorganisms, while in the case of thawed milk the samples covered 5 %. The count of *Staphylococcus aureus* was exceeded in 10 % of milk samples prior to freezing and in 5 % of the thawed milk. It was found that the freezing process and the properly conducted thawing process might constitute an important element in shaping the microbiological quality of human milk. In the analysed samples of breast milk there were detected no pathogenic bacteria: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. and *Cronobacter sakazakii*. *E. coli* bacteria were also absent, which proves a good state of hygiene and compliance with the instructions of hygienic milk handling.

Key words: human milk, food preservation, microbiological quality, freezing, thawing 

KATARZYNA OSTRÓŻKA, DOROTA WICHROWSKA

WPLYW ZAMIENNIKÓW CUKRU NA STOPIEŃ NAPOWIERZENIA I TOPLIWOŚĆ ŚREDNIO TWARDYCH LODÓW ŚMIETANKOWYCH

Streszczenie

Wśród odżywczych i dietetycznych deserów można wymienić lody mleczne, a do najczęściej spożywanych należą – śmietankowe. Lody te są cennym źródłem białka i wapnia w diecie. Charakteryzują się one mniejszą wartością energetyczną w porównaniu z innymi deserami. Mogą być propozycją deseru dla osób zmagających się z otyłością i cukrzycą, pod warunkiem ograniczenia w nich cukru białego lub wykorzystania zamienników sacharozy. Pożądanymi cechami lodów, zarówno dla branży lodziarskiej, jak również dla konsumentów, jest ich puszystość oraz niewielka topliwość.

Celem pracy było określenie możliwości zastosowania zamienników cukru i ich wpływu na stopień napowietrzenia i topliwość lodów śmietankowych średnio twardych. Badany materiał stanowiły średnio twarde lody śmietankowe z sacharozą jako wzorcem i z dodatkiem zamienników cukrowych, tj. maltitolu, ksylitolu, erytrytolu oraz stewii. Określono stopień napowietrzenia [%] i całkowity czas topnienia [min] lodów, oznaczono ich suchą masę oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną lodów. Największym stopniem napowietrzenia charakteryzowały się lody śmietankowe z sacharozą, kolejno ze stawią, ksylitolem, maltitolem. Najmniejszą puszystością cechowały się lody z erytrytolem. Topliwość lodów była skorelowana z ich puszystością – im lody były bardziej napowietrzone, tym wolniej się topiły, z wyjątkiem lodów z dodatkiem maltitolu. Najwolniej topiły się lody śmietankowe z sacharozą, kolejno z maltitolem, stawią, ksylitolem, a najszybciej – lody z erytrytolem. Najbardziej pożądanymi cechami pod względem stopnia napowietrzenia oraz szybkości topnienia charakteryzowały się lody ze stawią. Pod względem sensorycznym najwyżej oceniono lody śmietankowe z ksylitolem, kolejno lody z dodatkiem sacharozy, maltitolu, stewii. Najniższą ogólną ocenę sensoryczną przyporządkowano lodom śmietankowym z erytrytolem.

Słowa kluczowe: lody, sacharoza, maltitol, ksylitol, erytrytol, stawią

Wprowadzenie

Lody mleczne, w szczególności lody śmietankowe, to chętnie spożywany deser w Polsce. Są napowietrzoną, zamrożoną koloidalną mieszaniną surowca mlecznego, wody, stabilizatora bądź jaj oraz cukru lub jego substytutów. Lody charakteryzują się

Mgr inż. K. Ostróżka, dr inż. D. Wichrowska, Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności, Wydz. Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, ul. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz. Kontakt: wichrowska@utp.edu.pl

puszystą, aksamitną, gładką strukturą oraz lekką konsystencją. Przy spożyciu przyjemnie ochładzają oraz rozpuszczają się w jamie ustnej, dostarczając konsumentom bardzo pożądanego doznań smakowych [3, 6, 11]. Lody te cechuje korzystna wartość dietetyczna, gdyż organizm ludzki musi zużyć dużo energii na ogrzanie produktu z temperatury na ogół $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (w której zwykle przechowywane są lody średnio twarde) do temp. $36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, czyli normalnej temperatury ciała ludzkiego, w której w sposób bezpośredni są odżywiane jego komórki. Fizycznie i sumarycznie organizm ludzki wykonuje pracę ocieplenia omawianego deseru o ok. $54,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Powoduje to również długotrwałe utrzymywanie się posiłku wewnątrz organizmu, a więc produkt ten jest niezwykle syćący. Wynika z tego, że wartość energetyczna lodów powinna być postrzegana przez konsumentów nie tylko jako „puste” kalorie. Ze 100 g klasycznych, rzemieślniczych lodów śmietankowych organizm ludzki może uzyskać 160 kcal. Po ich spożyciu nie występuje zjawisko tzw. glikemii poposiłkowej, co dowodzi ich uznawanej wartości zdrowotnej [6, 21]. Lody wytworzone z zastosowaniem odpowiednich receptur i odznaczające się cechami żywności funkcjonalnej mogą przyczyniać się do zapobiegania niezakaźnym chorobom przewlekłym (tzw. chorobom cywilizacyjnym), takim jak otyłość czy cukrzyca. Jednocześnie produkty te będą źródłem białka i wapnia w diecie.

Celem pracy było określenie możliwości zastosowania zamienników cukru i ich wpływu na stopień napowietrzenia i topliwosć lodów śmietankowych średnio twardych.

Materiał i metody badań

Badany materiał stanowiły tradycyjne, średnio twarde lody śmietankowe wyprodukowane rzemieślniczo we współpracy z Lodziarnią Katarynka w Bydgoszczy. Próbe kontrolną (wzorzec) stanowiły lody z sacharozą pozyskiwaną z buraków cukrowych (Polski Cukier, Polska). Próby doświadczalne stanowiły lody śmietankowe, w których substancjami słodzącymi (zamiennikami sacharozy) były [2, 7, 20, 22]:

- maltitol E965 (Intenson, Polska) – półsyntetyczny wypełniacz należący do cukrów alkoholowych, pozyskiwany z ziaren kukurydzy;
- ksylitol E967 (Sante Skarby Ziemi, Polska) – półsyntetyczny wypełniacz należący do cukrów alkoholowych, pozyskiwany z kory brzozy,
- erytrytol E968 (Vital Food, Polska) – półsyntetyczny wypełniacz należący do cukrów alkoholowych, pozyskiwany z glukozy;
- stewia E960 – glikozydy stewiolowe (Zielony Listek, Polska) – naturalny preparat intensywnie słodzący, pozyskiwany z liści rośliny *Stevia rebaudiana* Bertoni. W dalszej części pracy, w celu uproszczenia nazewnictwa, preparat stewiolowy będzie określany jako „stewia”.

W lodach z sacharozą i z zamiennikami cukru zastosowano jako stabilizator gumę guar E417 (Vegamarket, Polska) pozyskiwaną z nasion *Cyamopsis tetragonoloba*.

Substancja ta korzystnie oddziałuje na cechy sensoryczne i teksturalne (w tym na konsystencję) produktów branży lodziarskiej [2, 10, 13, 20, 23].

Badane lody zawierały 10 % tłuszczu, czyli według ogólnej polskiej klasyfikacji była to ilość minimalna [3, 12].

Średnio twarde lody śmietankowe wykonano według własnej, sprawdzonej technologicznie (przez wykwalifikowanych lodziarzy – cukierników) i sensorycznie (przez studentów i pracowników Lodziarni) receptury, na którą składały się: woda, cukier (bądź zamiennik cukru), odtłuszczone granulowane mleko w proszku (SM Gostyń, Polska), śmietanka 30 % (Piątnica, Polska) i guma guar jako stabilizator. Ilość zamiennika cukru w recepturze przyjęto na podstawie danych literaturowych [2, 19, 20] według miary odczuwanej słodkości, jaką uzyskuje się w porównaniu z sacharozą – cukrem kontrolnym. Im ta wartość była wyższa, tym mniejszy był dodatek zamiennika. Miało to zapobiec wyczuwalnej „mdłości” w smaku. W myśl tej zasady największy był dodatek cukru białego do mieszanki, a najmniejszy – stewii.

Surowce odważano z dokładnością do 0,01 g, mieszano i poddawano procesowi pasteryzacji. Zwyczajowo pasteryzacja mieszanki lodziarskiej odbywa się w temp. 82 - 85 °C przez 15 s. Jeżeli jednak w jednej maszynie zachodzi kilka procesów technologicznych, jeden po drugim, możliwe jest połączenie i uśrednienie parametrów technologicznych, tj. temperatury i czasu. W omawianym doświadczeniu pasteryzator Pasto 30 XPL Primulator (Carpigiani, Włochy) użyty do pasteryzacji lodów śmietankowych z różnymi zamiennikami cukru pełnił równocześnie funkcję homogenizatora, stąd przyjęto temp. 65 °C i czas – 15 min, aby procesy homogenizacji i pasteryzacji mogły zachodzić jeden po drugim. Parametry te wynikały z tego, że szybkie podgrzanie mieszanki lodziarskiej do wysokiej temperatury mogłoby doprowadzić do powstania trudno usuwalnych lub wręcz nieusuwalnych grudek śmietanki i sproszkowanego mleka, co mogłoby wpłynąć negatywnie na jakość produktu. Długotrwałe mieszanie i podgrzewanie mieszanki zapewnia jej optymalne cechy, dzięki czemu można pominąć etap filtracji i od razu poddać ją chłodniczemu dojrzewaniu. Dzwolak i Ziajka [3] uważają, że możliwa jest różna kolejność procesów podgrzewania, homogenizacji i pasteryzacji w produkcji lodów. Zostały one określone mianem wariantów I, II, III, a każdy kończy się etapem schładzania i zamrażania.

Dojrzewanie mieszanki lodziarskiej prowadzono w chłodziarce w temp. 4 °C przez 24 h. Całość przelewano do frezera o temp. -4 °C, w którym odbywało się napowietrzanie lodów do 30 % objętości (parametr lodów rzemieślniczych) oraz ich wstępne zamrażanie (powstawanie zarodków krystalizacji). Tak powstałe lody miękkie (typu lody włoskie czy lody z automatu) przekładano do opakowań i hartowano (utrzymanie i utrwalaanie wcześniej powstałych zarodków) w temp. -30 °C przez 15 min. Zamrażanie właściwe następowało podczas przechowywania w temp. -16 °C przez 2 tygodnie,

po czym stawały się one lodami średnio twardymi, czyli średnio zamrożonymi [1, 3, 12]. Po tym okresie dokonywano pomiarów.

Oznaczanie puszystości lodów jako stopnia napowietrzenia [%] wykonywano zgodnie z PN-A-86430:1967 [16].

Topliwość lodów określano jako całkowite upłynnienie próbki o określonej masie według metody własnej, opracowanej na podstawie doświadczenia i sugestii wykwalifikowanej kadry cukierniczej i lodziarskiej oraz przy uwzględnieniu metody „pierwszej kropli” Florowskiej i wsp. [5] oraz metody „wycieku” Jasińskiej i wsp. [8]. W tym celu 10-gramowe próbki każdego z badanych rodzajów lodów układano obok siebie na płaskim naczyniu i przetrzymywano w temp. 20 ± 2 °C. Mierzono czas potrzebny do całkowitego upłynnienia lodów. Zmiany zachodzące w próbkach obserwowano co ok. 5 min.

Oznaczanie zawartości suchej masy [%] lodów wykonywano metodą techniczną zgodnie z PN-A-86430:1967 [16].

Oznaczenia wymienionych parametrów wykonano w trzech powtórzeniach.

Ocenę sensoryczną metodą 5-punktową przeprowadził zespół złożony z wyspecjalizowanych lodziarzy, cukierników oraz studentów i pracowników uczelni wyszkolonych w zakresie analizy sensorycznej produktów [17]. Zespół składał się z 50 dorosłych osób w różnym wieku i różnej płci. Jeden punkt oznaczał ocenę najniższą, a 5 pkt – najwyższą, przy czym możliwe było uwzględnienie ocen połówkowych. Ocenianym wyróżnikom przypisano współczynniki ważkości: wygląd – 0,4, barwa – 0,1, struktura oraz konsystencja – 0,2, zapach oraz smak – 0,3. Suma współczynników ważkości była równa 1. Ocena ogólna to suma poszczególnych średnich ocen cząstkowych wszystkich cech pomnożonych przez ich współczynniki ważkości.

Do opracowania wyników badań zastosowano programy komputerowe: LibreOffice Calc 6.1 oraz test ANOVA. Analizę statystyczną przeprowadzono dla układu całkowicie losowego testem Tukeya (NIR) przy $p \leq 0,05$. Obliczono również współczynniki korelacji Pearsona.

Wyniki i dyskusja

Największym stopniem napowietrzenia odznaczały się średnio twarde, śmietankowe lody wzorcowe, czyli tradycyjne lody z sacharozą, kolejno lody z dodatkiem stewii, ksylitolu oraz z maltitolem. Najmniejszy stopień napowietrzenia uzyskano w lodach z erytrytolem (tab. 1). Stopień puszystości lodów tradycyjnych wynosił ok. 30 %, co jest maksymalną wartością do uzyskania w lodach rzemieślniczych, napowietrzanych we frezerze [3, 12]. Lody z dodatkiem: sacharozy, maltitolu, ksylitolu i stewii, z wyłączeniem lodów z dodatkiem erytrytolu, charakteryzowały się zadowalającą puszystością, zapewniającą odpowiednie dla każdego rodzaju lodów cechy sensoryczno-reologiczne.

Tabela 1. Stopień napowietrzenia, topliwość oraz sucha masa lodów śmietankowych średnio twardych z różnymi dodatkami substancji słodzących

Table 1. Aeration degree, meltability and dry matter of medium-hard dairy ice cream with various sweeteners added

Substancja słodząca Used sweetener	Zawartość powietrza Air content [%] ($\bar{X} \pm SD$)	Topliwość Meltability [min] ($\bar{X} \pm SD$)	Zawartość suchej masy Dry matter content [%] ($\bar{X} \pm SD$)
Sacharoza / Sucrose	29,88 ^a ± 0,014	60,3 ^a ± 0,71	5,28 ^d ± 0,07
Maltitol	19,06 ^d ± 0,011	41,0 ^b ± 2,12	3,90 ^e ± 0,07
Ksylitol / Xylitol	23,46 ^c ± 0,007	20,7 ^c ± 1,41	7,25 ^b ± 0,014
Erytrytol / Erythritol	11,12 ^e ± 0,009	10,2 ^d ± 0,35	7,62 ^a ± 0,014
Stewia / Stevia	26,59 ^b ± 0,012	29,7 ^c ± 0,71	6,26 ^c ± 0,014

Objaśnienia / Explanatory notes:

$\bar{X}$ – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation; a, b, c... – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

Erytrytol charakteryzuje się krystaliczną, twardą strukturą. Była ona główną przyczyną bardzo słabego napowietrzenia lodów z dodatkiem tego zamiennika sacharozy, a tym samym złej konsystencji [4] oraz takich wad gotowego produktu, jak: smak ziarnisty, który przyczyniał się do wrażenia spożywania zamrożonych kryształków cukru, a także wyciek gorzkiego płynu przy spożyciu.

Jak podają Dzwolak [4] oraz Florowska i wsp. [5], na puszystość lodów wpływa odpowiednio dobrany skład surowców, a w szczególności zawartość białka i tłuszczu oraz ich stosunek ilościowy, które oddziałują na odpowiednią gęstość pianotwórczą mieszanki lodziarskiej. Bardziej istotny wpływ na ten parametr lodów ma zawartość białka, które utrzymuje strukturę białkowo-powietrzno-tłuszczową [8]. Na proces napowietrzania lodów wpływ mają ilość tłuszczu i zawartość suchej masy [4, 8, 14, 15]. Wielu autorów podaje graniczne zawartości tłuszczu w lodach śmietankowych, przy których uzyskuje się najlepszy efekt napowietrzenia, na poziomie 8 i 12 % [1, 3, 6, 8, 12, 15]. Ważny jest również stosunek zawartości tłuszczu do zawartości suchej masy i jest on zależny od rodzaju lodów. W przypadku lodów śmietankowych, wyprodukowanych z dodatkiem sacharozy, zawartość tłuszczu jest trzy razy mniejsza niż zawartość suchej masy przy 70-procentowym napowietrzeniu [3], a w lodach śmietankowych z dodatkiem inuliny zawartość tłuszczu jest prawie pięciokrotnie mniejsza od zawartości suchej masy przy 43-procentowym napowietrzeniu [5].

Średnia zawartość tłuszczu w badanych lodach wynosiła 10 %, a zawartość suchej masy zawierała się w granicach od 3,90 w próbkach lodów z maltitolem do 7,62 – z erytrytolem (tab. 1), przy średnim napowietrzeniu na poziomie ok. 20 %. Należy sądzić, że wpływ na to miała interakcja i rozpuszczalność składników mieszanki lo-

dziarskiej podczas zamrażalniczego przechowywania. Lody z dodatkiem erytrytolu zawierały najwięcej suchej masy i były najmniej napowietrzone. Ogólny stosunek zawartości tłuszczu do zawartości suchej masy wyniósł blisko 2 : 1. Można więc zauważyć, że ma to odniesienie do stopnia puszystości lodów.

Zdaniem Palki i Palicha [15] zawartość powietrza wpływa także na łatwość przenikania zimna lub ciepła do wnętrza mieszanki lodziarskiej, a w związku z tym na twardość lodów, i zapewnia aksamitną, gładką, jednolitą w całej objętości konsystencję (nie twardą) oraz delikatną, lekką ich strukturę. Lody zawierające dużo powietrza topnieją dłużej, co jest zjawiskiem pożądanym przez konsumentów [3, 9, 12]. Należy zaznaczyć, że wyprodukowane w badaniach własnych lody zawierały stabilizator, bez którego, jak podają Jasińska i wsp. [9], topiłyby się ponad dwa razy szybciej. Ponadto według Postolskiego [18] bardzo ważnym składnikiem we wszystkich rodzajach lodów są węglowodany, które obniżają punkt zamarzania mieszanki lodziarskiej. W lodach doświadczalnych dodatek substancji słodzącej aplikowano w różnych ilościach, co przypuszczalnie wpłynęło na różny stopień wymrożenia w nich wody. W próbkach, w których nie wszystkie kryształki wody uległy zamrożeniu, szybkość topnienia była większa, a widoczny wyciek płynu był dużo większy niż z lodów śmietankowych z sacharozą (fot. 1 i 2).



Fot. 1. Wygląd średnio twardych lodów śmietankowych z dodatkiem: maltitolu, ksylitolu, erytrytolu, sacharozy i stewii bezpośrednio po odważeniu

Photo 1. Appearance of medium-hard dairy ice cream with added: maltitol, xylitol, erythritol, sucrose and stevia immediately after weighing

Na puszystość lodów wpływ miał także dodatek gumy guar (stabilizatora), który w ilości ok. 0,3 % z jednej strony utrudnia napowietrzanie, ale wiąże składniki tak, że podczas topnienia nie rozlewają się [3, 4, 19]. Ten czynnik jest bardzo korzystny pod względem fizycznym i konsumenckim. Stwierdzono bowiem, że w średnio zamrożonych lodach śmietankowych, w recepturze których zastosowano maltitol lub ksylitol, należy uwzględnić większy dodatek stabilizatora niż w lodach z dodatkiem sacharozy (fot. 2). Z kolei do lodów śmietankowych ze stewią dodatek stabilizatora powinien być

jeszcze większy, aby ich puszystość doprowadzić do jakości zbliżonej do wzorca. Czas przekształcenia lodów doświadczalnych z formy stałej w płynną (z widocznym wyciekaniem – w zależności od zastosowanych zamienników) był najkrótszy w przypadku lodów z dodatkiem erytrytolu, a najdłuższy – lodów kontrolnych, do których dodano sacharozę (tab. 1).



Fot. 2. Wygląd średnio twardych lodów śmietankowych z dodatkiem: maltitolu, ksylitolu, erytrytolu, sacharozy i stewii po 40 min przetrzymywania w temp. 20 ± 2 °C

Photo 2. Appearance of medium-hard dairy ice cream with added: maltitol, xylitol, erythritol, sucrose and stevia after 40 min storage at temp. 20 ± 2 °C

Tabela 2. Współczynniki korelacji Pearsona między suchą masą, napowietrzeniem i topliwością średnio twardych lodów śmietankowych z różnymi dodatkami substancji słodzących

Table 2. Pearson coefficients of correlation between dry matter, aeration and meltability of medium-hard dairy ice cream with different sweeteners added

Cecha Feature	Sucha masa Dry matter	Stopień napowietrzenia Aeration degree	Topliwość Meltability
Sucha masa Dry matter	-	ni.	-0,73
Stopień napowietrzenia Aeration degree	-	-	0,77

Objaśnienie / Explanatory note:

ni. – nieistotne / insignificant

W większości badanych próbek lodów widoczna była zależność pomiędzy puszystością lodów (stopniem napowietrzenia) a czasem ich topnienia, wyrażona współczynnikami korelacji (tab. 2). Im lody były bardziej puszyste, tym wolniej się topiły, co jest cechą bardzo pożądaną w branży lodziarskiej. Wyjątkiem były lody z dodat-

kiem maltitolu, co mogło mieć związek z ich bardziej luźną i wodnistą konsystencją w porównaniu z innymi badanymi lodami.

Największą zawartością suchej masy charakteryzowały się lody z dodatkiem erytrytolu, a najmniejszą – z maltitolem. Im lody śmietankowe zawierały mniej suchej masy, tym były bardziej puszyste (tab. 1). Na stopień puszystości średnio twardych lodów śmietankowych wpływ miała również gęstość początkowa (pianotwórcza) mieszanki lodziarskiej. Im gęstsza była mieszanka, tym lody były bardziej napowietrzone. To z kolei wpływało na topliwość gotowych lodów. Im większy był stopień napowietrzenia, tym wolniej lody się topiły. W lodach z erytrytolem mogło to być spowodowane gruboziarnistą strukturą tego cukru, podczas gdy inne zamienniki sacharozy charakteryzowały się bardzo przybliżonym kształtem kryształków. Przez tę cechę fizyczną erytrytolu jego rozpuszczalność była bardzo mała, co skutkowało omówionymi wyżej wadami tego rodzaju lodów. Cukier ten powinien być dodany do mieszanki lodziarskiej w formie, która będzie rozpuszczalna. Wówczas taki roztwór połączy się z innymi składnikami, a lody będą wykazywać większy stopień napowietrzenia, a tym samym mniejszą zawartość suchej masy i dłuższy czas topnienia.

Im mniejsza zawartość suchej masy w średnio twardych lodach śmietankowych, tym większa ich topliwość. Wyjątek stanowiły lody śmietankowe z maltitolem, gdyż miały zbyt wodnistą konsystencję.

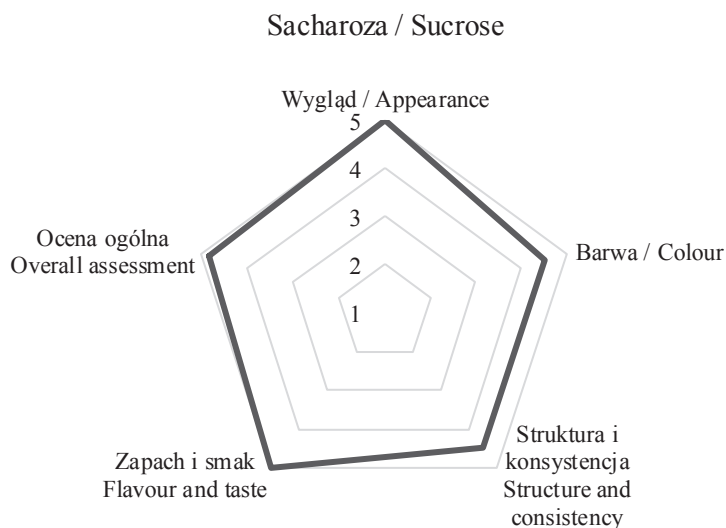
Poza cechami fizykochemicznymi, takimi jak zawartość: cukru, tłuszczu czy suchej masy oraz kwasowość mieszanki lodziarskiej [3, 14], na pozytywne odczuwanie wrażeń sensorycznych ważny wpływ mają takie cechy fizyczne, jak: lepkość (im więcej sacharozy bądź jej zamiennika, tym lody są bardziej lepkie i „mdłe”), puszystość i topliwość lodów. Jak podają Jasińska i wsp. [8], na ogólną topliwość lodów wpływ ma także sieć wytworzona przez kuleczki tłuszczu (proces homogenizacji mieszanki lodziarskiej przed zamrożeniem) oraz wielkość kryształków lodu w strukturze (korzystne jest, gdy przed mrożeniem w mieszanke lodziarskiej tworzą się zarodki krystalizacji wody). Ostateczna struktura lodów kształtuje się podczas procesu zamrażalniczego przechowywania w temp. $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$, co wpływa na pożądane teksturotwórcze walory lodów średnio twardych. Według licznych doniesień [4, 12, 14, 15] im temperatura przechowywania jest niższa, tym lody są twardsze.

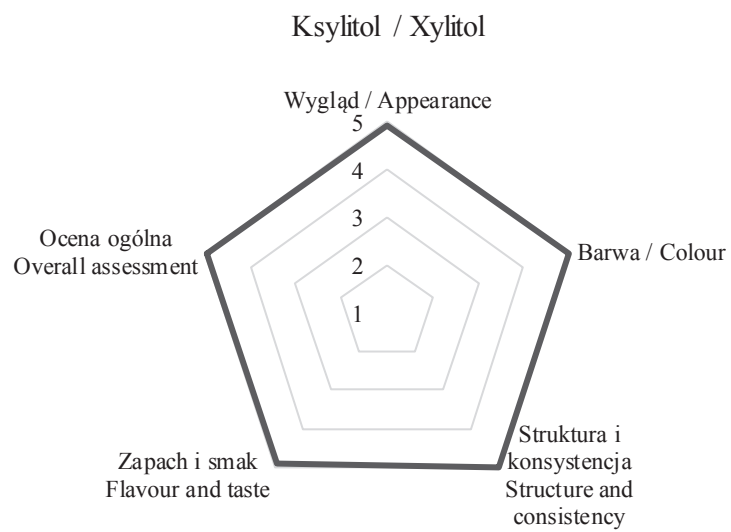
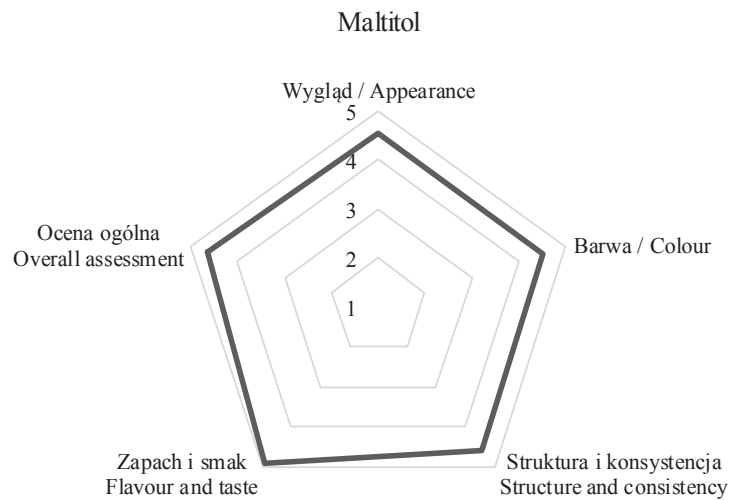
Specyficzną konsystencję lodów miękkich otrzymuje się poprzez obniżenie punktu zamarzania w nich wody. Efekt ten można uzyskać po zastosowaniu odpowiednich stabilizatorów, emulgatorów, ewentualnie zamienników cukru. Substancje te często wpływają także na poprawę konsystencji wyrobu, zapobiegają jego rozwarstwianiu, umożliwiają powstawanie puszystej struktury. Lepkość mieszanki lodziarskiej można zwiększyć poprzez wyżej wymienione dodatki bez ryzyka przesłodzenia (im twardsze lody, tym większy dodatek cukru) [1, 3, 6, 12], co skutkuje zmniejszeniem topliwości [8, 10, 12]. Ponadto dodatek stabilizatorów powoduje ograniczenie niepożądanych

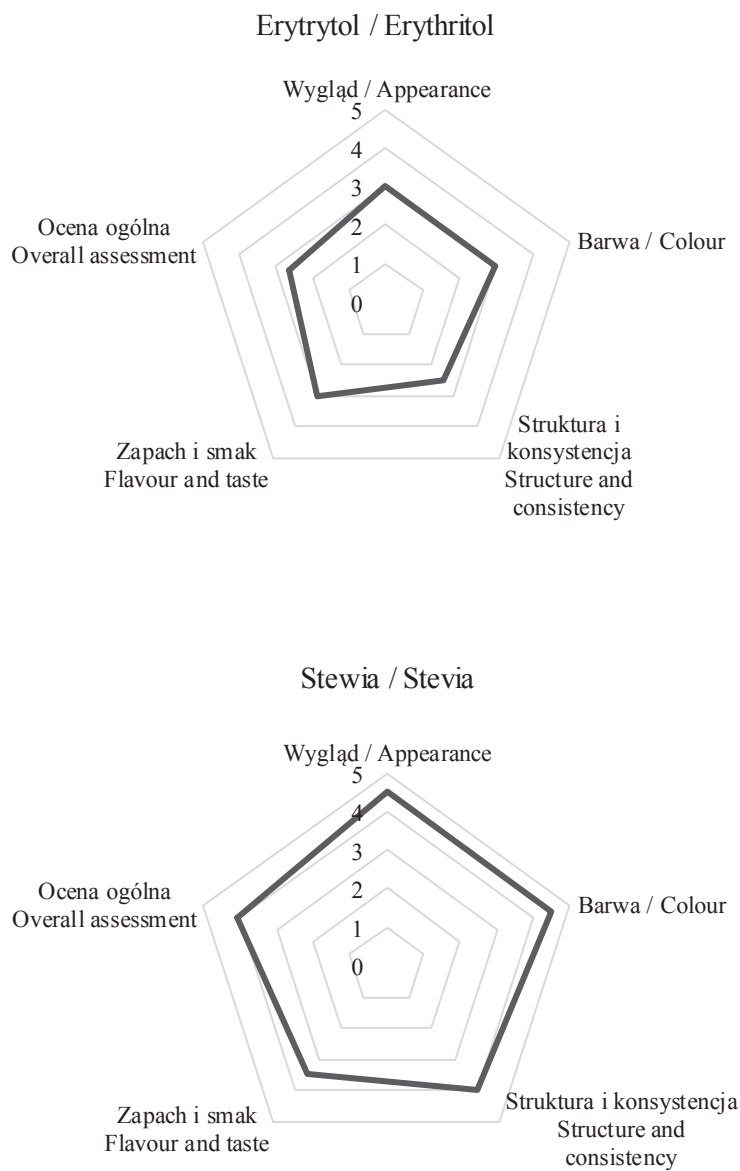
zmian puszystości w lodach przechowywanych zamrażalniczo. Stabilizatory zatrzymują wodę wewnątrz struktury lodów, a wiążąc ją, niwelują nadmierny wzrost kryształków lodu w wyrobie finalnym. Zaletą jest możliwość spożycia produktu w odczuwalnej wyższej temperaturze, dzięki której występuje większa odczuwalna podatność na topnienie. Dodatek stabilizatorów wpływa również korzystnie na walory smakowe poprzez brak wyczuwalnych kryształków lodu przy spożyciu. Dla przykładu, lody średnio twarde o temperaturze przechowywania -15°C odczuwane są jak lody miękkie o temp. -7°C [9]. Lody bez dodatku stabilizatora topią się ponad dwukrotnie szybciej [8].

Jak podają Jasińska i wsp. [8], determinantami twardości są puszystość i wielkość kryształków lodu, przy czym na stopień napowietrzenia wpływ ma zawartość suchej masy i tłuszczu. Zmniejszenie zawartości tłuszczu obniża stopień napowietrzania lodów. Z kolei im większe są kryształki lodu w strukturze produktu, tym większa jest twardość lodów. Wraz ze wzrostem twardości lodów większa jest ich gęstość i mniejsze napowietrzenie [9]. Lody o wyższym stopniu napowietrzenia mają wysoką odporność na topnienie [8, 14]. Duże rozproszenie pęcherzyków powietrza w strukturze zapewnia lekką, delikatną, puszystą i aksamitną strukturę lodów.

Wyniki badań sensorycznych przedstawiono na wykresach radarowych dla każdego rodzaju lodów (rys. 1). Oprócz oceny ogólnej lodów na wykresach przedstawiono średnie oceny poszczególnych wyróżników jakości.







Rys. 1. Wykresy radarowe wyników 5-punktowej oceny sensorycznej średnio twardych lodów śmietankowych z różnymi zamiennikami cukru

Fig. 1. Radar graphs of 5-point sensory evaluation results of medium-hard dairy ice cream with various sugar substitutes

Pod względem ogólnej oceny sensorycznej średnio twardych lodów śmietankowych z różnymi substancjami słodzącymi (rys. 1) najwyżej oceniono lody z ksylitolem (4,93). Następnymi w kolejności malejących ocen były lody z dodatkiem sacharozy (4,85), maltitolu (4,65) i stewii (4,10). Wynikiem najniższych ocen cząstkowych była najniższa ogólna ocena sensoryczna lodów śmietankowym z erytrytolem – 2,65. Należy podkreślić, że lody z ksylitolem były wyższej jakości sensorycznej niż lody kontrolne, czyli z sacharozą, a lody z maltitolem uplasowały się poniżej jakości próby kontrolnej. Lody ze stewią oceniono jako dobre.

Wnioski

1. Zastosowane zamienniki cukru miały wpływ na stopień napowietrzenia średnio twardych lodów śmietankowych. Największym stopniem napowietrzenia odznaczały się lody z sacharozą, kolejno lody śmietankowe ze stewią, a najmniejszym – lody śmietankowe z cukrami alkoholowymi (ksylitolem, maltitolem, erytrytolem).
2. Spośród średnio twardych lodów śmietankowych z cukrami alkoholowymi najdłuższym czasem całkowitego stopienia charakteryzowały się lody z maltitolem (41 min), a najkrótszym – lody z erytrytolem (10,2 min).
3. Stopień napowietrzenia średnio twardych lodów śmietankowych był skorelowany z ich topliwością: im lody były bardziej puszyste tym wolniej się topiły. Wyjątek stanowiły lody z maltitolem, które przez luźną konsystencję były mniej puszyste i wolniej się topiły.
4. Znaczny wpływ na topliwość i napowietrzenie lodów miała zawartość suchej masy. Im mniejsza była zawartość suchej masy, tym większa puszystość i tym samym lody wolniej się topiły.
5. Pod względem sensorycznym najwyżej oceniono lody śmietankowe z ksylitolem, kolejno lody z dodatkiem sacharozy, maltitolu i stewii. Najniższe noty przypisano lodom śmietankowym z erytrytolem, tym samym cechowały się one najniższą jakością sensoryczną.

Literatura

- [1] Clarke C.: The science of ice cream. RSC Publishing, Cambridge 2012, p. 234.
- [2] Cygan-Szczegielniak D., Janicki B., Roślewska A., Stanek M., Stasiak K.: Dodatki do żywności. Wyd. Uczelniane UTP, Bydgoszcz 2015, s. 180.
- [3] Dzwolak W., Ziajka S.: Produkcja mlecznych deserów mrożonych. Oficyna Wydawnicza "Hoża", Warszawa 1998, s. 232.
- [4] Dzwolak W.: Wady w produkcji lodów i mlecznych deserów mrożonych – przyczyny oraz zapobieganie. Przegl. Mlecz., 2012, 11, 20-24.

- [5] Florowska A., Wójcik E., Florowski T., Dłużewska E.: Wpływ dodatku preparatów błonnikowych na wybrane wyróżniki jakości lodów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2013, 574, 11-18.
- [6] Goff H.D., Hartel R.W.: *Ice cream*. Springer Science, New York City 2013, p. 462.
- [7] Grypińska J., Grzelak T., Walczak M., Kramkowska M., Czyżewska K.: Korzyści i zagrożenia związane z konsumpcją naturalnych zamienników sacharozy. *Brom. Chemia Toksykol.*, 2015, 1 (XLVIII), 1-10.
- [8] Jasińska M., Trzciński J., Dmytrów I., Mituniewicz-Malek A.: Koncentraty białek serwatkowych i preparaty serwatkowo-tłuszczowe jako zamiennik mleka w proszku w lodach nisko zamrożonych. *Acta Agrophysica*, 2012, 19 (1), 37-50.
- [9] Jasińska M., Gaczkowska K., Wasik K.: Wpływ częściowego zastąpienia sacharozy polidekstrozą na jakość lodów nisko zamrożonych. *Chłodnictwo*, 2010, 10 (45), 34-39.
- [10] Kasprzyk J., Markowska I., Polak E.: Zamienniki tłuszczu w produktach spożywczych. *Przem. Spoż.*, 2016, 1, (70), 19-22.
- [11] Kuśmierczyk E., Ciborska J.: Wybrane aspekty związane ze spożyciem deserów. *Przegl. Mlecz.*, 2012, 11, 10-15.
- [12] Kobyłko E.: Uwarunkowania technologiczne i techniczne produkcji lodów spożywczych. *Acta Sci. Pol., Technica Agraria*, 2013, 12, 27-37.
- [13] Król J., Brodziak A.: Substancje dodatkowe w produktach mlecznych. *Przem. Spoż.*, 2014, 11 (68), 7-11.
- [14] Mituniewicz-Malek A., Dmytrów I., Pilarczyk R., Bodnar J.: Ocena wybranych cech jakościowych lodów Delicja w czasie przechowywania. *Chłodnictwo*, 2009, 44 (12), 40-46.
- [15] Palka A., Palich P.: Wpływ fluktualizacji temperatury przechowywania na wybrane cechy jakościowe lodów. *Acta Agrophysica*, 2008, 12 (3), 755-765.
- [16] PN-A-86430:1967. Mleko i przetwory mleczarskie. Lody. Metody badań chemicznych.
- [17] PN-EN ISO 8586:2014-03. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania wybranych oceniających i ekspertów oceny sensorycznej.
- [18] Postolski J.: Mrożona żywność wygodna. Cz. 4. Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, 2006, 9, 355-360.
- [19] Sikorski Z.E., Drozdowski B.: *Chemia żywności. Sacharydy, lipidy i białka*. WNT, Warszawa 2014, s. 303.
- [20] Statham B.: E213. Tabele dodatków i składników chemicznych. Wyd. RM, Warszawa 2014, s. 336.
- [21] Śliwińska A., Lesiów T.: Lody jako żywność funkcjonalna – badania konsumenckie. *Nauki Inż. Technol.*, 2013, 1 (8), 65-78.
- [22] Świerczek U., Borowiecka A., Feder-Kubis J.: Struktura, właściwości i przykłady zastosowań syntetycznych substancji słodzących. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2016, 4 (107), 15-25.
- [23] Zychnowski M., Onacik-Gür S., Krygier K.: Właściwości i możliwości wykorzystania zamienników tłuszczu dostępnych na rynku. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2015, 96 (1), 42-50.

EFFECT OF SUGAR SUBSTITUTES ON AERATION DEGREE AND MELTABILITY OF MEDIUM-HARD DAIRY ICE CREAM

S u m m a r y

Nourishing and diet desserts include ice cream of which dairy ice cream is most often consumed. This type of ice cream is a valuable source of protein and calcium in the diet. Compared to other desserts, dairy ice cream is characterised by a lower calorific value. Dairy ice cream can be a dessert proposal to obese people or to those with diabetes provided, however that the content of white sugar therein is reduced or

some sucrose substitutes are used. The desirable features of ice cream both for the ice cream industry and the consumers are fluffiness and low meltability.

The objective of the study was to determine the potential of using sugar substitutes and their effect on the aeration degree and meltability of medium-hard dairy ice cream. The tested material consisted of medium-hard dairy ice cream with sucrose as a benchmark and with added sugar substitutes, such as maltitol, xylitol, erythritol and stevia. There was determined the degree of aeration [%] and the total melting time [min] of the ice cream studied as was their dry matter; the ice cream studied underwent a sensory evaluation. The dairy ice cream with sucrose was characterised by the highest degree of aeration and was successively followed by the ice cream with stevia, xylitol and maltitol. The ice cream with erythritol was characterised by the lowest fluffiness. The meltability of the ice cream analysed was correlated with their fluffiness – the more aerated the ice cream was, the slower they melted, except for the ice cream with the maltitol added. The dairy ice cream with sucrose melted the slowest, then successively with maltitol, stevia and xylitol; the ice cream with erythritol melted at the fastest rate. The ice cream with stevia was characterised by the most desirable parameters in terms of aeration degree and melting rate. According to the sensory evaluation the dairy ice cream with xylitol was the best and it was followed by the ice cream with sucrose, maltitol and stevia. The lowest overall sensory evaluation score was given to the dairy ice cream with erythritol.

Key words: ice cream, sucrose, maltitol, xylitol, erythritol, stevia 

WIESŁAW PRZYBYLSKI, BARBARA SIOŃEK, DANUTA JAWORSKA,
ANNA SPYCHALSKA, MARTYNA RUPIŃSKA

WPŁYW DODATKU INULINY NA JAKOŚĆ SORBETÓW OWOCOWYCH I WARZYWNYCH

Streszczenie

Inulina jest naturalnie występującym prebiotykiem. Jej dodatek do deserów lodowych zwiększa ich walory zdrowotne i nadaje produktom cech żywności funkcjonalnej. Jako substytut tłuszczu inulina obniża wartość energetyczną produktu. Może być czynnikiem teksturotwórczym, poprawiającym konsystencję, smarowność, stabilizującym, zagęszczającym a także może wpływać na smak i zapach produktów. Sorbety są chętnie spożywane, charakteryzują się atrakcyjnymi walorami smakowymi, niską wartością energetyczną, są lekkostrawne i łatwo przyswajalne, dlatego mogą być cennym nośnikiem prebiotyków w diecie. Dodatki prozdrowotne wprowadzane do sorbetów powinny podwyższać jakość sensoryczną produktu albo nie wpływać na nią znacząco. Celem pracy była ocena wpływu inuliny na jakość sensoryczną i wybrane cechy fizykochemiczne sorbetów owocowych i warzywnych. Oceniono jakość sensoryczną i technologiczną sorbetów marchwiowych i truskawkowych w porównaniu z produktami bez dodatku inuliny. Użytkowano sorbety o zadowalającej jakości sensorycznej i dobrych właściwościach fizykochemicznych. Dodatek inuliny (2 i 4 %) do sorbetów marchwiowych wpłynął istotnie na ich kwasowość i parametry barwy. Zwiększenie udziału inuliny wpłynęło na wzrost jasności barwy i obniżenie intensywności barwy czerwonej i żółtej tych sorbetów. Dodatek inuliny nie wpłynął istotnie na parametry barwy sorbetów truskawkowych. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że zawartość inuliny w mrożonych deserach lodowych powinna być ustalana indywidualnie, w zależności od rodzaju sorbetu lodowego. W przypadku sorbetu marchwiowego optymalny jest 2-procentowy jej dodatek, a do sorbetu truskawkowego odpowiedni będzie 4-procentowy dodatek inuliny.

Słowa kluczowe: lody, prebiotyk, inulina, jakość sensoryczna

Wprowadzenie

W ostatnich latach wśród konsumentów obserwowany jest wzrost zainteresowania dietetycznymi, niskotłuszczowymi produktami spożywczymi. Wynika to z upo-

Prof. dr hab. W. Przybylski, dr inż. B. Siołek, dr hab. inż. D. Jaworska, mgr inż. A. Spychalska, inż. M. Rupińska., Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa. Kontakt: wieslaw_przybylski@sggw.edu.pl; barbara_siolek@sggw.edu.pl

wszechniania zdrowego trybu życia. Lody stanowią chętnie spożywany deser. Charakteryzują się atrakcyjnymi walorami smakowymi, są łatwo przyswajalne i lekkostrawne [4]. Tłuszcz zawarty w tradycyjnych lodach jest nośnikiem aromatów, warunkuje ich smak oraz odpowiednią konsystencję i puszystość.

Tradycyjnie lody zawierają $10 \div 16$ % tłuszczu, który jest składnikiem wysokoeenergetycznym, wpływającym na ryzyko wystąpienia chorób układu sercowo-naczyniowego. Sorbety to mrożone desery niezawierające tłuszczu oraz składników mleka, cechujące się małą wartością energetyczną w porównaniu z tradycyjnymi lodami. Redukcja lub usunięcie tłuszczu z lodów, korzystne pod względem żywieniowym, może jednak powodować obniżenie jakości sensorycznej lodów [3, 7]. Rozwiązaniem jest wprowadzenie zamiast tłuszczu innych składników o podobnych właściwościach, co pozwala złagodzić niepożądane efekty [9]. Celem stosowania zamienników tłuszczu jest osiągnięcie optymalnej jakości mrożonego produktu, który spełniać będzie oczekiwania konsumentów dotyczące smaku, tekstury i wyglądu. Inulina jest naturalnie występującym węglowodanem roślinnym. Ze względu na zdolności wiązania cząsteczek wody i tworzenia żelu może odgrywać ważną rolę w kształtowaniu tekstury lodów [12]. Stosowanie inuliny nie ogranicza się do jej właściwości jako zamiennika tłuszczu. Jest to prebiotyk, którego dodatek zwiększa walory zdrowotne i nadaje produktowi status żywności funkcjonalnej [5, 11, 20]. Inulina nie jest trawiona w przewodzie pokarmowym człowieka, jej rozkładu dokonują symbiotyczne bakterie jelita grubego. Działanie prozdrowotne inuliny wynika m.in. ze stymulowania rozwoju mikroflory jelitowej człowieka, co wpływa pozytywnie na utrzymanie homeostazy przewodu pokarmowego [8, 19, 21]. Iraporda i wsp. [13] wykazali ponadto, że szczepy symbiotycznych bakterii probiotycznych *L. paracasei* BGP1 i *L. plantarum* CIDCA8327 fermentowały inulinę, co zwiększało ich wzrost i przeżywalność w przewodzie pokarmowym.

Ogueke i wsp. [15] oraz Yasmin i wsp. [23] sugerują, że inulina zmniejsza produkcję toksyn przez bakterie, takie jak *Clostridium spp.* i *Escherichia coli*, łagodzi zaburzenia jelitowe, zwiększa biodostępność składników mineralnych, korzystnie wpływa na zaburzenia metaboliczne takie, jak hipercholesterolemia i hiperglikemia. Inulina jest polisacharydem, którego zastosowanie stanowi przykład korzystnych dla zdrowia człowieka interakcji probiotyczno-prebiotycznych.

Celem pracy była ocena wpływu inuliny na jakość sensoryczną i wybrane cechy fizykochemiczne sorbetów owocowych oraz warzywnych.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły sorbety truskawkowe i marchwiowe w wariantach: próba kontrolna bez dodatku inuliny oraz próby odpowiednio z: 2- i 4-procentowym dodatkiem inuliny („Zielony listek”, Domos Polska Sp. z o.o.). Do produkcji sorbetów

marchwiowych używano składników: soku marchwiowego jednodniowego (Victoria Cymes, Polska), wody, cukru białego (Sweet Family, Polska), soku z cytryn zakupionych w lokalnym supermarkecie, bazy do lodów owocowych/warzywnych Gelmix MEC (MEC 3, Włochy). Sorbety marchwiowe wytwarzano z użyciem frezera Technogel model 20-60 Mante (Technogel S.A., Włochy) w lodziarni „Jesz Lody Tradycyjne”, Kabaty, Warszawa. W skład sorbetów truskawkowych wchodziły: mrożone truskawki (Hortex, Polska), sok z cytryny i cukier biały. Sorbety truskawkowe wytwarzano z użyciem frezera Extragel 42-60S (Telme, Włochy) w cukierni Olczak i Syn w Piastowie koło Warszawy. Po wyprodukowaniu sorbety były przetrzymywane w zamrażarce szokowej przez ok. 1 h, następnie przewożone do Katedry Technologii Gastronomicznej SGGW w Warszawie i poddawane badaniom.

Kwasowość czynną (pH) sorbetów oznaczano w temp. 20 ± 2 °C przy użyciu cyfrowego pH-metru WTW pH 340i (Weilheim, Germany) z kompensacją temperatury, w trzech różnych miejscach próbki. Pomiar parametrów barwy w systemie CIE L*a*b* wykonywano za pomocą spektrofotometru Minolta 3200 (Minolta, Japonia) w 3 powtórzeniach.

Analizę sensoryczną wykonywano metodą skalowania [19], kolejności (szeregowania) [18] oraz Ilościowej Analizy Opisowej QDA [16]. Ocenę metodą skalowania i szeregowania przeprowadzono z udziałem 54 konsumentów, studentów oraz pracowników Katedry Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności SGGW w Warszawie, którzy deklarowali spożywanie lodów i wyrazili dobrowolną zgodę na udział w ocenie. Badanie metodą skalowania obejmowało ocenę 5 wyróżników jakościowych, tj. pożądalności barwy, zapachu, gładkości, rozpuszczalności i smakowitości. Ocenę sensoryczną metodą QDA – ocenę intensywności wybranych wyróżników jakościowych [16] wykonywał natomiast ośmioosobowy zespół oceniający przeszkolony w zakresie metodyki wykonywanych analiz oraz przebadany pod względem wrażliwości sensorycznej [17]. W dyskusji panelowej wybrano i zdefiniowano 18 wyróżników jakościowych, w tym dwa wyróżniki wyglądu, cztery wyróżniki zapachu, dwa wyróżniki konsystencji: rozpuszczalność (upłynnianie) w jamie ustnej i odczucie zimna oraz siedem wyróżników smaku. Uwzględniając wzajemne zharmonizowanie powyższych wyróżników, oceniano także jakość ogólną. Intensywność wyróżników oceniano przy użyciu niestrukturowanej, liniowej skali ze sprecyzowanymi określeniami brzegowymi ($0 \div 10$ j.u. – jednostek umownych). Przeprowadzono 2 sesje ocen, zatem każda wartość średnia wynikała z 16 ocen jednostkowych.

Otrzymane wyniki opracowano w programie Statistica PL v. 13. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA, obliczono korelację pomiędzy badanymi wyróżnikami oraz istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi metodą najmniejszych istotnych różnic (NIR) przy $p < 0,05$. Dodatkowo pomiędzy jakością ogólną

a poszczególnymi wyróżnikami obliczono współczynniki korelacji prostej Pearsona. Ich istotność oszacowano przy $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Na ocenę jakościową lodów duży wpływ ma ich barwa. Rodzaj lodów i nazwa pozostają w związku z ich barwą i mogą mieć istotny wpływ na decyzję zakupową konsumentów. Jak podają Florowska i Krygier [9], dodatek inuliny powinien nadawać bardziej pożądaną przez konsumentów barwę. Sorbety marchwiowe powinny więc być intensywnie pomarańczowe, aby przypominały barwę świeżo wyciśnięty sok z marchwi. Wyprodukowane sorbety marchwiowe różniły się pod względem barwy w zależności od zawartości inuliny. Lody zawierające 2 i 4 % inuliny charakteryzowały się większą jasnością barwy (L^*) niż sorbety bez dodatku inuliny. Największym nasyceniem barwy czerwonej (a^*) charakteryzowały się sorbety bez dodatku inuliny i z 4-procentowym jej udziałem, natomiast najwyższą wartość składowej barwy żółtej (b^*) zaobserwowano w sorbetach bez dodatku inuliny (tab. 1). Lum i Albrecht [14] również wykazali wpływ dodatku inuliny na barwę lodów. W lodach z dodatkiem inuliny stwierdzili wzrost wartości składowej barwy a^* , przy braku zmian w zakresie parametrów barwy L^* i b^* . W przypadku sorbetów truskawkowych dodatek inuliny nie wpłynął istotnie na zmianę wartości parametrów barwy L^* , a^* , b^* (tab. 2). Podobne rezultaty uzyskali Florowska i wsp. [10] w badaniach nad wpływem dodatku preparatów błonnikowych na wybrane wyróżniki jakości lodów i nie stwierdzili wpływu inuliny na barwę otrzymanych deserów lodowych.

Tabela 1. Wartości parametrów barwy L^* , a^* , b^* sorbetów marchwiowych z różnymi dodatkami inuliny
Table 1. Values of L^* , a^* , b^* of carrot sorbets with different inulin quantities added

Parametry barwy Colour parameters	Dodatek inuliny / Addition of inulin [%]		
	0	2	4
L^*	58,67 ^a ± 0,68	74,14 ^b ± 2,29	70,74 ^b ± 1,20
a^*	29,66 ^a ± 2,77	22,41 ^b ± 1,09	25,99 ^a ± 2,60
b^*	39,80 ^a ± 4,93	34,44 ^b ± 2,86	31,38 ^c ± 3,72

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; n = 3; a, b – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

Wartości pH sorbetów marchwiowych bez inuliny i z 2-procentowym jej dodatkiem były na zbliżonym poziomie (odpowiednio: 4,89 i 4,88). Dodatek 4 % inuliny spowodował natomiast istotne obniżenie pH sorbetów marchwiowych (4,76). Nie wy-

kazano wpływu dodatku inuliny na pH badanych wariantów sorbetów truskawkowych – pH tych sorbetów wynosiło $3,03 \div 3,04$.

Tabela 2. Wartości parametrów barwy L*, a*, b* sorbetów truskawkowych z różnymi dodatkami inuliny
Table 2. Values of L*, a*, b* of strawberry sorbets with different inulin quantities added

Parametry barwy Colour parameters	Dodatek inuliny / Addition of inulin [%]		
	0	2	4
L*	$32,25^a \pm 0,79$	$34,55^a \pm 1,46$	$33,71^a \pm 1,15$
a*	$47,83^a \pm 0,28$	$45,87^a \pm 0,71$	$47,54^a \pm 1,91$
b*	$42,50^a \pm 2,24$	$34,44^a \pm 2,86$	$40,75^a \pm 6,09$

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

W ocenie jakości sensorycznej sorbetów marchwiowych metodą skalowania wykazano istotne różnice pomiędzy próbkami pod względem barwy, zapachu, gładkości i rozplywalności (tab. 3). Dodatek inuliny wpłynął na istotne obniżenie intensywności barwy i zapachu oraz zwiększenie intensywności odczuwania wrażenia gładkości i rozplywalności. W badaniach Florowskiej i wsp. [10] stwierdzono, że dodatek preparatów błonnikowych nie miał wpływu na rozplywalność lodów w jamie ustnej i piaszczystość, ale zwiększył ich wodnistość. Należy jednak podkreślić, że w badaniach tych dodatek inuliny wynosił 10 %. W badaniach własnych pod względem barwy i zapachu najwyżej oceniona została próbka sorbetów marchwiowych bez dodatku inuliny. Nie wykazano natomiast istotnego wpływu różnej ilości dodawanej inuliny na smakowość sorbetów. W zdecydowanej większości badanych wyróżników uzyskano noty powyżej 6,8 (tab. 3). Stwierdzono istotne korelacje między barwą a zapachem ($r = 0,38$; $p \leq 0,05$), między gładkością a rozplywalnością ($r = 0,66$; $p \leq 0,05$) oraz rozplywalnością a smakowością ($r = 0,51$; $p \leq 0,05$). Pod względem jakości ogólnej w metodzie szeregowania najwyżej oceniona została próbka bez dodatku inuliny, a po niej kolejno próbki z 2- i 4-procentowym jej dodatkiem.

Po zastosowaniu metody QDA wykazano, że dodatek inuliny nie miał istotnego wpływu na jakość ogólną sorbetów marchwiowych (tab. 4). Intensywność not pozostałych wyróżników także nie różniła się istotnie między badanymi wariantami sorbetów, z wyjątkiem barwy pomarańczowej, jasności barwy i smaku marchwiowego. Próby sorbetów z zawartością inuliny na poziomie 2 i 4 % charakteryzowały się wyższą intensywnością jasności barwy i niższą intensywnością barwy pomarańczowej oraz smaku marchwiowego w odniesieniu do próby kontrolnej. Szydłowska i Kołożyn-Krajewska [22] wykazały również, że pomimo zmian barwy, smaku i zapachu sorbety owocowo-herbaciane z dodatkiem inuliny uzyskały akceptację oceniających, chociaż próbki kontrolne charakteryzowały się wyższymi ocenami.

Tabela 3. Średnie oceny wyróżników jakości sensorycznej sorbetów marchwiowych – metoda skalowania

Table 3. Average ratings of attributes of sensory quality of carrot sorbets as assessed by scaling method

Wyróżnik / Attribute	Dodatek inuliny / Addition of inulin [%]		
	0	2	4
Barwa / Colour	7,69 ^a ± 1,58	6,62 ^b ± 1,63	6,80 ^b ± 1,61
Zapach / Aroma	6,82 ^a ± 1,89	6,03 ^b ± 2,00	5,87 ^c ± 1,87
Gładkość / Smoothness	6,75 ^a ± 1,66	7,54 ^b ± 1,28	7,62 ^b ± 1,45
Rozpływalność / Deliquescence	6,99 ^a ± 1,66	7,58 ^b ± 1,14	7,75 ^b ± 1,28
Smakowitość / Palatability	6,92 ^a ± 1,96	6,85 ^a ± 1,60	6,70 ^a ± 2,12

Objaśnienia / Explanatory notes:

n = 54. Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

Tabela 4. Intensywność badanych wyróżników sorbetów marchwiowych – metoda QDA [0 ÷ 10 j.u.]

Table 4. Intensity of analysed attributes of carrot sorbets – QDA method [0 ÷ 10 c.u.]

Wyróżnik / Attribute	Dodatek inuliny / Addition of inulin [%]		
	0	2	4
Barwa pomarańczowa / Orange colour	8,62 ^a ± 0,90	6,63 ^b ± 1,50	6,71 ^b ± 1,60
Jasność barwy / Lightness of colour	3,58 ^a ± 0,90	6,85 ^b ± 1,50	6,64 ^b ± 1,70
Zapach marchwiowy / Carrot aroma	7,62 ^a ± 1,50	6,44 ^a ± 1,30	6,95 ^a ± 1,60
Zapach słodki / Sweet aroma	4,90 ^a ± 1,60	4,70 ^a ± 1,30	4,44 ^a ± 1,70
Zapach kwaśny / Sour aroma	2,31 ^a ± 1,70	1,97 ^a ± 1,15	1,77 ^a ± 1,50
Zapach inny / Other aroma	0,93 ^a ± 1,10	1,30 ^a ± 1,20	1,30 ^a ± 1,20
Rozpływalność / Deliquescence	7,71 ^a ± 1,10	7,93 ^a ± 0,90	7,80 ^a ± 1,10
Odczucie zimna / Feeling of coldness	6,99 ^a ± 1,50	6,67 ^a ± 1,60	7,23 ^a ± 1,60
Gładkość / Smoothness	7,12 ^a ± 1,30	7,56 ^a ± 1,00	8,12 ^a ± 0,90
Kremowość / Creaminess	6,93 ^a ± 1,60	7,59 ^a ± 0,70	7,58 ^a ± 1,20
Smak marchwiowy / Carrot flavour	8,13 ^a ± 1,20	7,34 ^b ± 0,90	7,05 ^b ± 1,20
Smak warzywny / Vegetable flavour	5,64 ^a ± 1,50	5,84 ^a ± 1,80	4,93 ^a ± 1,20
Smak słodki / Sweet taste	6,06 ^a ± 1,80	6,80 ^a ± 1,80	6,86 ^a ± 1,90
Smak kwaśny / Sour taste	2,77 ^a ± 1,70	1,99 ^a ± 1,50	1,90 ^a ± 1,30
Smak gorzki / Bitter taste	2,04 ^a ± 1,60	1,21 ^a ± 1,30	1,64 ^a ± 1,50
Smak mdły / Insipid taste	1,93 ^a ± 1,40	2,95 ^a ± 1,00	2,53 ^a ± 1,90
Smak inny / Other taste	1,92 ^a ± 4,20	1,52 ^a ± 1,40	1,17 ^a ± 1,11
Ocena ogólna / Overall quality	6,76 ^a ± 1,75	7,28 ^a ± 1,15	7,10 ^a ± 1,15

Objaśnienia / Explanatory notes:

n = 16. Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

Na podstawie analizy smakowitości sorbetów truskawkowych metodą skalowania stwierdzono, że 4-procentowy dodatek inuliny wpłynął na istotną poprawę oceny tego

wyróżnika względem pozostałych wariantów. Noty za wszystkie badane wyróżniki były wysokie i wynosiły powyżej 7 (w skali 0 ÷ 10 j.u.), z wyjątkiem smakowości w wariacie z 2-procentowym dodatkiem inuliny (6,5 j.u.). Pod względem smakowości wyżej oceniono próbę kontrolną, a najwyżej – próbę z 4-procentowym dodatkiem inuliny (tab. 5).

Tabela 5. Średnie oceny wyróżników jakości sensorycznej sorbetów truskawkowych – metoda skalowania

Table 5. Average ratings of the determinants of sensory quality of strawberry sorbets as assessed by the scaling method

Wyróżnik / Attribute	Dodatek inuliny / Addition of inulin [%]		
	0	2	4
Barwa / Colour	8,10 ^a ± 1,76	8,29 ^a ± 1,06	7,71 ^a ± 1,80
Zapach / Aroma	7,33 ^a ± 1,96	7,21 ^a ± 2,18	7,22 ^a ± 2,09
Gładkość / Smoothness	7,33 ^a ± 2,09	7,12 ^a ± 2,06	7,78 ^a ± 1,48
Rozpływalność / Deliquescence	7,56 ^a ± 1,70	7,11 ^a ± 2,02	7,23 ^a ± 2,27
Smakowość / Palatability	7,19 ^{ab} ± 2,45	6,49 ^a ± 2,40	7,99 ^b ± 1,87

Objaśnienia / Explanatory notes:

n = 54. Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

W ocenie metodą szeregowania oceniający za najlepszy uznali produkt z 4-procentowym dodatkiem inuliny, następny był sorbet bez dodatku inuliny i jako trzeci – sorbet z 2-procentowym dodatkiem tego składnika.

Ogólna jakość sensoryczna sorbetów truskawkowych analizowana metodą QDA została oceniona średnio powyżej 6,70 j.u. (tab. 6). Ocena tą metodą potwierdziła najwyższą jakość ogólną sorbetów truskawkowych z 4-procentowym dodatkiem inuliny i brak różnic jakości ogólnej między pozostałymi próbami. Współczynniki korelacji obrazujące wpływ wyróżników na jakość ogólną świadczą, że największy pozytywny wpływ na jakość ogólną miał smak truskawkowy ($r = 0,38$, $p < 0,05$) i smak owocowy ($r = 0,32$, $p < 0,05$). Badane warianty sorbetów nie różniły się istotnie pod względem ocenianych wyróżników, za wyjątkiem jakości ogólnej i smaku innego (tab. 6). Jak podają Cieślak i Gębusia [6], użycie inuliny do produkcji lodów pozwala otrzymać gładką i jednolitą konsystencję, dzięki czemu zaprojektowane lody charakteryzują się pozytywnymi cechami sensorycznymi i fizycznymi.

Wpływ inuliny na jakość sensoryczną lodów nie został jednoznacznie określony. Akbari i wsp.[1] wykazali, że lody o małej zawartości tłuszczu z dodatkiem inuliny charakteryzowały się dobrą jakością sensoryczną, podczas gdy Akin i wsp. [2] nie zaobserwowali wpływu inuliny na cechy sensoryczne lodów. Z kolei Di Criscio i wsp. [7] zaobserwowali, że lody z dodatkiem 2,5 % inuliny oceniono najwyżej pod

Tabela 6. Intensywność badanych wyróżników sorbetów truskawkowych – metoda QDA [0 ÷ 10 j.u.]

Table 6. Intensity of analysed attributes of strawberry sorbets – QDA method [0 ÷ 10 c.u.]

Wyróżnik / Attribute	Dodatek inuliny / Addition of inulin [%]		
	0	2	4
Barwa czerwona / Red colour	8,36 ^a ± 1,30	8,10 ^a ± 1,46	8,28 ^a ± 1,30
Jasność barwy / Lightness of colour	3,14 ^a ± 1,82	3,87 ^a ± 2,19	3,61 ^a ± 2,26
Zapach truskawkowy / Strawberry aroma	7,33 ^a ± 1,26	7,32 ^a ± 1,83	6,84 ^a ± 2,24
Zapach słodki / Sweet aroma	4,46 ^a ± 2,33	2,26 ^a ± 3,61	2,33 ^a ± 3,30
Zapach kwaśny / Sour aroma	3,41 ^a ± 2,62	3,61 ^a ± 2,30	3,30 ^a ± 2,34
Zapach inny / Other aromar	0,96 ^a ± 1,57	1,18 ^a ± 1,66	0,85 ^a ± 1,33
Rozpływalność / Deliquescence	7,52 ^a ± 1,37	12,97 ^a ± 22,24	8,10 ^a ± 1,04
Odczucie zimna / Feeling of coldness	7,19 ^a ± 2,08	7,57 ^a ± 1,39	7,10 ^a ± 1,74
Gładkość / Smoothness	6,02 ^a ± 2,70	6,40 ^a ± 2,32	7,51 ^a ± 1,49
Kremowość / Creaminess	5,65 ^a ± 2,42	6,29 ^a ± 2,24	6,95 ^a ± 1,89
Smak truskawkowy / Strawberry flavour	8,10 ^a ± 1,20	7,73 ^a ± 1,30	8,33 ^a ± 1,29
Smak owocowy / Fruit flavour	6,89 ^a ± 1,94	6,27 ^a ± 1,60	7,11 ^a ± 1,60
Smak słodki / Sweet taste	5,34 ^a ± 2,31	6,18 ^a ± 1,70	6,15 ^a ± 1,74
Smak kwaśny / Sour taste	5,03 ^a ± 2,33	3,92 ^a ± 2,47	4,82 ^a ± 2,87
Smak gorzki / Bitter taste	1,02 ^a ± 1,20	1,21 ^a ± 1,30	1,26 ^a ± 1,27
Smak mdły / Insipid taste	1,53 ^a ± 1,80	2,73 ^a ± 2,46	1,75 ^a ± 1,84
Smak inny / Other taste	1,44 ^a ± 1,76	2,79 ^a ± 2,80	0,78 ^b ± 1,33
Ocena ogólna / Overall quality	7,45 ^a ± 1,75	6,70 ^a ± 1,45	8,15 ^b ± 1,15

Objaśnienia / Explanatory notes:

n = 16. Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

względem wszystkich badanych cech sensorycznych, natomiast dodatek 10 % inuliny wpłynął na obniżenie oceny akceptacji smaku, konsystencji i jednorodności. Wymienieni autorzy [7] doszli do wniosku, że duży dodatek inuliny (10 %) do lodów niekorzystnie wpływał na właściwości sensoryczne i fizyczne lodów prebiotycznych. Według Szydłowskiej i Kołożyn-Krajewskiej [22] inulina nie wpływała na poprawę barwy, konsystencji i smaku sorbetów owocowo-herbacianych. Na podstawie badań własnych oraz obserwacji cytowanych autorów można zatem tak dobrać dodatek inuliny, aby wpływał na poprawę rozpływalności i konsystencji produktu, przy nieznacznych zmianach smaku i barwy. Konsumenci preferujący żywność funkcjonalną, która może pomóc w stymulowaniu układu odpornościowego lub w zapobieganiu chorobom, oczekują produktów o dobrych walorach smakowych. Lody są dobrym źródłem wartościowych składników, takich jak witaminy czy związki mineralne, stąd są powszechnie i chętnie spożywane niezależnie od wieku. Dodatek inuliny stosowany w produkcji lodów może przyczynić się do wzrostu spożycia prebiotyków. W związku z tym potrzebne są dalsze badania w celu określenia optymalnej ilości inuliny, która

mogłaby zostać dodana do lodów, aby otrzymać funkcjonalny produkt spożywczy o akceptowanych właściwościach sensorycznych.

Wnioski

1. Dodatek inuliny (2 i 4 %) do sorbetów marchwiowych wpłynął istotnie na ich kwasowość i parametry barwy. Zwiększenie udziału inuliny wpłynęło na wzrost jasności barwy i obniżenie intensywności barwy czerwonej i żółtej tych sorbetów. Dodatek inuliny nie wpłynął istotnie na parametry barwy sorbetów truskawkowych.
2. Zawartość inuliny w sorbetach lodowych powinna być ustalana indywidualnie, w zależności od rodzaju deseru. Biorąc pod uwagę wyniki oceny sensorycznej, w przypadku sorbetu marchwiowego optymalny okazał się dodatek 2 % inuliny, natomiast w przypadku sorbetowego truskawkowego – 4-procentowy jej dodatek, który wpłynął istotnie na podwyższenie ogólnej oceny sensorycznej i smakowitości lodów w ocenie konsumenckiej.
3. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że dodatek inuliny do owocowych i warzywnych sorbetów lodowych pozwala na uzyskanie produktów o zadowalającej jakości sensorycznej i dobrych właściwościach fizykochemicznych.

Literatura

- [1] Akbari M., Eskandari M.H., Niakosari M., Bedeltavana A.: The effect of inulin on the physicochemical properties and sensory attributes of low-fat. *Int. Dairy J.*, 2016, 57, 52-55.
- [2] Akin M.B., Akin M.S., Kirmaci Z.: Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chem.*, 2007, 104, 93-99.
- [3] Berger K.G.: Ice cream. In: *Food Emulsions*. Eds. K. Larson, S. Friberg. Marcel Dekker, New York City 1990, pp. 367-444.
- [4] Cais-Sokolińska D., Oziemkowski P., Pikul J.: Wybrane cechy jakościowe lodów jogurtowych na bazie kultur o tradycyjnym składzie i z dodatkiem kultury probiotycznej. *Żywność. Technologia. Jakość*, 1998, 3 (16), 87-96.
- [5] Cieślik E., Gębusia A.: Żywność funkcjonalna z dodatkiem fruktanów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 2 (75), 27-37.
- [6] Cieślik E., Proszak A., Pisulewski P.M.: Funkcjonalne właściwości fruktanów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, 1 (26), 5-13.
- [7] Di Criscio T., Fratianni A., Mignogna R., Cinquanta L., Coppola R., Sorrentino E., Panfili G.: Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. *J. Dairy Sci.*, 2010, 93 (10), 4555-4564.
- [8] El-Nagar G., Clowes G., Tudorică C.M., Kuri V., Brennan C.S.: Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *Int. J. Dairy Technol.*, 2002, 55 (2), 89-93.
- [9] Florowska A., Krygier K.: Inulina jako zamiennik tłuszczów w produktach spożywczych. *Przem. Spoż.*, 2007, 5, 18-21.

- [10] Florowska A., Wójcik E., Florowski T., Dłużewska E.: Wpływ dodatku preparatów błonnikowych na wybrane wyróżniki jakości lodów. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2013, 574, 14-18.
- [11] Florowski T., Adamczak L., Fuertes- Hernandez I., Belen Moreno Franco M., Tyburcy A.: Ocena wpływu stopnia substitucji tłuszczu inuliną na wybrane wyróżniki jakości modelowych kielbas. Nauka. Przyr. Technol., 2010, 4, 1-9.
- [12] Franck A.: Technological functionality of inulin and oligofructose. Br. J. Nutr., 2002, 7, 287-291.
- [13] Iraporda C., Rubel I.A., Guillermo D., Manrique A.G.A.: Influence of inulin rich carbohydrates from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers on probiotic properties of *Lactobacillus* strains. LWT, 2019, 101, 738-746.
- [14] Lum A.K., Albrecht J.A.: Sensory evaluation of ice cream made with prebiotic ingredients. RURALIS, 2008, 3 (1), 1-9.
- [15] Ogueke C.C., Owuamanam C.I., Ihediohanma N.C., Iwouno J.O.: Probiotics and prebiotics: Unfolding prospects for better human health. Pakistan J. Nutr., 2010, 9, 833-843.
- [16] PN-EN ISO 13299:2016-05. Analiza sensoryczna. Metodyka. Ogólne wytyczne ustalania profilu sensorycznego.
- [17] PN-EN ISO 8586:2014-03. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania wybranych oceniających i ekspertów oceny sensorycznej.
- [18] ISO 8587:2006. Sensory analysis. Methodology. Ranking.
- [19] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [20] Ramirez-Farias C., Slezak K., Fuller Z., Duncan A., Holtrop G., Louis P.: Effect of inulin on the human gut microbiota: Stimulation of *Bifidobacterium adolescentis* and *Faecalibacterium prausnitzii*. Br. J. Nutr., 101, 541-550.
- [21] Roberfroid M.: Prebiotics: The concept revisited. J. Nutr., 2007, 137, 830-837.
- [22] Szydłowska A., Kołożyn-Krajewska D.: Wpływ dodatku oligofruktozy na wybrane wyróżniki jakości probiotycznych sorbetów owocowo-herbacyanach. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2016, 5 (108), 82-94.
- [23] Yasmin A., But M.S., Afzaal M., van Baak M., Nadeem M.T., Shahid M.Z.: Prebiotics, gut microbiota and metabolic risks: Unveiling the relationship. J. Funct. Foods, 2015, 17, 189-201.

EFFECT OF INULIN ADDITION ON QUALITY OF FRUIT AND VEGETABLE SORBETS

S u m m a r y

Inulin is a naturally occurring prebiotic. Adding inulin to ice desserts enhances their health qualities and gives products characteristics of functional food. As a fat substitute inulin decreases the food energy of a product. It can be a texture modifier used to improve consistency and spreadability, a stabiliser and a thickener; also it can affect the taste and aroma of products. Sorbets are willingly consumed; they are characterised by a distinctive taste and low food energy; they are light and easily digestible; thus they can be a valuable carrier of probiotics in the diet. When added to sorbets, the health-promoting additives should increase the sensory quality of the product or not significantly affect it. The objective of the research study was to assess the effect of inulin on the sensory quality and selected physical-chemical parameters of fruit and vegetable sorbets. There was assessed the sensory and technological quality of carrot and strawberry sorbets in comparison with the products without the addition of inulin. The manufactured sorbets showed an acceptable sensory quality and good physical-chemical properties. The addition of inulin (2 and 4 %) to carrot sorbets significantly impacted their acidity and colour parameters. The increase in the proportion of inulin caused the colour of the sorbets to become lighter and their red

and yellow colours to become less intense. Inulin added to strawberry sorbets did not significantly affect their colour parameters. The results obtained prove that the content of inulin in frozen desserts should be individually determined depending on the kind of sorbet. In the case of carrot sorbet optimal is 2 % of inulin; as for strawberry sorbets recommended for adding is 4 % of inulin.

Key words: ice cream, prebiotic, inulin, sensory quality ☒

MAGDALENA GAJEWSKA, BEATA BARTODZIEJSKA,
ANNA SZOSLAND-FAŁTYN

WYKORZYSTANIE PROCESÓW FERMENTACYJNYCH DO OPRACOWANIA INNOWACYJNEJ METODY OTRZYMYWANIA OCTU JABŁKOWEGO O WŁAŚCIWOŚCIACH PROZDROWOTNYCH

Streszczenie

Ocety owocowe uzyskane metodami fermentacyjnymi stanowią atrakcyjny rodzaj żywności funkcjonalnej, która znajduje coraz większe uznanie wśród konsumentów ze względu na swoje walory prozdrowotne. Celem badań było opracowanie innowacyjnej technologii produkcji octu owocowego z wykorzystaniem lokalnych szczepów mikroorganizmów, pochodzących z kolekcji kultur Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego (IBPRS). Surowcem do biosyntezy octu były naturalne, tłoczone na zimno soki jabłkowe pozyskiwane od rolników i małych przedsiębiorców rolnych z województwa łódzkiego, śląskiego oraz mazowieckiego. Soki poddano wstępnym badaniom mikrobiologicznym i fizykochemicznym, polegającym na określeniu: liczby drożdży i pleśni, zawartości ekstraktu ogólnego, cukrów ogółem, kwasowości i pH oraz zawartości kadmu i ołowiu. Pierwszy etap produkcji octu stanowiła beztlenowa fermentacja soków jabłkowych, w wyniku której otrzymano wino, w których oznaczono zawartość alkoholu i cukrów. Drugim etapem była biosynteza kwasu octowego z użyciem win jabłkowych oraz szczepów bakterii octowych *Acetobacter pasteurianus* O4 i *Acetobacter pasteurianus* MW3. Podczas procesu biosyntezy oznaczano zawartość alkoholu oraz moc powstającego octu. Opracowana w Zakładzie Jakości Żywności IBPRS technologia otrzymywania octu owocowego umożliwiła uzyskanie produktu o mocy w zakresie $3,3 \div 4,5$ g kwasu octowego w 100 cm^3 , pozbawionego chemicznych konserwantów, o wyjątkowych walorach smakowo-zapachowych, charakteryzującego się wysoką jakością i wartością żywieniową.

Słowa kluczowe: ocet jabłkowy, żywność funkcjonalna, proces fermentacji, *Acetobacter pasteurianus* O4, *Acetobacter pasteurianus* MW3

Dr n. med. M. Gajewska, dr B. Bartodziejska, dr A. Szosland-Fałtyń, Zakład Jakości Żywności, Al. Marszałka J. Piłsudskiego 84, 92-202 Łódź, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Prof. W. Dąbrowskiego w Warszawie, ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa.
Kontakt: magdalena.gajewska@ibprs.pl

Wprowadzenie

Ocet jest jednym z najstarszych produktów fermentacyjnych, znanym od tysięcy lat. Istnieje wiele udokumentowanych informacji, że był ulubioną przyprawą, środkiem konserwującym oraz orzeźwiającym napojem w starożytnej Babilonii [1, 5, 14]. Od wieków znajduje również zastosowanie w medycynie ludowej do leczenia różnych infekcji. Niszczy chorobotwórcze bakterie w układzie pokarmowym, jest skuteczny przy infekcjach układu moczowego, łagodzi i likwiduje objawy dny moczanowej i reumatoidalnego zapalenia stawów, reguluje poziom cholesterolu, wzmacnia naczynia krwionośne, redukuje tkankę tłuszczową, poprawia kondycję fizyczną oraz wzmacnia układ immunologiczny [6, 17, 29]. Ocet jest produktem używanym w codziennym życiu. Służy do zakwaszania smaku potraw. Jest składnikiem sosów do sałatek, ketchupów czy musztard. Stosuje się go również w kosmetyce i medycynie. W zależności od surowca użytego do produkcji wyróżnia się różne jego odmiany: biały, winny, ziemniaczany, spirytusowy, destylowany, balsamiczny, ryżowy, owocowy, kokosowy, kombucha, szampański, sherry itp. Ocet jest przezroczystą cieczą zawierającą zwykle $4 \div 15$ % kwasu octowego. Wytwarzany może być metodą rozcieńczania kwasu octowego, uzyskanego syntetycznie w procesie utleniania aldehydu octowego lub w suchej destylacji drewna bądź metodą fermentacji octowej z wykorzystaniem bakterii fermentacji octowej. W przemyśle spożywczym wykorzystywany jest zarówno ocet fermentacyjny, jak i syntetyczny [1, 2].

Ocety owocowe należą do produktów otrzymywanych na drodze beztlenowej fermentacji alkoholowej owoców przy użyciu drożdży, a następnie biosyntezy kwasu octowego, którą przeprowadzają tlenowe bakterie kwasu octowego (AAB – Acetic Acid Bacteria). Są to nieprzetrwalnikujące, katalazo-dodatnie i oksydazo-ujemne pałeczki występujące pojedynczo lub tworzące łańcuszki. Głównym metabolitem produkowanym przez AAB jest kwas octowy. Biosynteza tego związku następuje w wyniku utleniania alkoholu etylowego, a proces ten jest katalizowany przez dwa enzymy znajdujące się w błonie cytoplazmatycznej bakterii octowych. Pierwszym etapem biosyntezy kwasu octowego jest oksydacja etanolu do aldehydu octowego z udziałem enzymu dehydrogenazy alkoholowej (ADH) (E.C.1.1.1.1). Następnie aldehyd ulega utlenieniu przez dehydrogenazę aldehydową (ALDH) (E.C.1.2.1.3) do produktu końcowego. Optymalne warunki syntezy kwasu octowego przez bakterie to pH o zakresie $3 \div 4$ i temperatura ok. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3, 10].

W Polsce powszechnie używany jest 10-procentowy ocet spirytusowy, którego sprzedaż w sezonie letnio-jesiennym wzrasta nawet trzykrotnie. Ze względu na dobrą koniunkturę w grupie octów smakowych i owocowych, wiele octowni zaczyna wprowadzać je do swojej oferty. Ocet owocowy jest powszechnie stosowany jako konserwant żywności, gdyż skutecznie hamuje rozwój mikroorganizmów zanieczyszczających produkty spożywcze [5, 6]. Uzyskany w procesach fermentacji ocet owocowy jest

bogaty w kwasy organiczne: octowy, cytrynowy, mlekowy, bursztynowy i jabłkowy, enzymy, pektyny oraz przeciwutleniające związki fenolowe (kwas galusowy, kawowy, chlorogenowy, katechiny, epikatechiny) o potwierdzonych walorach prozdrowotnych [4, 9, 13, 14, 15, 16, 18, 30]. Zawiera także niezbędne we wszystkich procesach życiowych składniki, takie jak: aminokwasy, pierwiastki (żelazo, fluor, potas, wapń, miedź, magnez, sód, fosfor, siarkę, krzem) oraz witaminy, w tym: B₁, B₂, B₆, C, E, P, A [4, 5, 12]. Zdecydowana większość octów dostępnych na rynku produkowana jest najczęściej z dodatkiem chemicznych środków konserwujących.

Konsumenci przywiązują coraz większą wagę do prozdrowotnego odżywiania i trybu życia, więc chętniej sięgają po żywność o wysokiej jakości, jak najmniej przetworzoną, bezpieczną i zawierającą substancje bioaktywne. Z kolei producenci żywności działają w warunkach silnej konkurencji, stąd prześcigają się we wprowadzaniu innowacyjnych produktów na bazie naturalnych surowców, wytwarzanych z zastosowaniem tradycyjnych receptur, bez dodatku środków konserwujących. Na rynku pojawiły się octy owocowe wytwarzane metodami tradycyjnymi poprzez poddanie fermentacji pulpy jabłkowej, powstałej z rozdrobnienia całych owoców, bez użycia drożdży [5, 17, 19].

Dodatkowym bodźcem do podejmowania problematyki fermentacji są oczekiwania rolników oraz małych i średnich przedsiębiorców rolnych, którzy dysponują nadmiarem owoców, jak również soków owocowych. Potrzebują więc technologii, która umożliwiłaby im zwiększenie stopnia wykorzystania lokalnych surowców i ograniczenie ich marnotrawstwa, wynikającego z krótkiego terminu przydatności do spożycia.

Celem badań podjętych w Zakładzie Jakości Żywności Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego (IBPRS) było opracowanie innowacyjnej technologii produkcji octu owocowego z wykorzystaniem lokalnych szczepów mikroorganizmów.

Material i metody badań

Surowcem do opracowania innowacyjnej technologii produkcji octu jabłkowego były naturalne, tłoczone na zimno soki jabłkowe (niepasteryzowane i pasteryzowane z zastosowaniem niskotemperaturowej pasteryzacji) pozyskane od 4 małych przedsiębiorców rolnych z województwa łódzkiego, śląskiego oraz mazowieckiego. Przebadało po 5 próbek soków z każdego przedsiębiorstwa.

Na podstawie badań mikrobiologicznych i fizykochemicznych, prowadzonych na bieżąco podczas całego cyklu, w warunkach laboratoryjnych opracowano dwuetapową metodę innowacyjnej technologii produkcji octu owocowego, która będzie wdrożona na skalę przemysłową w gospodarstwach rolnych.

Pierwszy etap stanowiła beztlenowa fermentacja w temp. 25 °C soków jabłkowych, z wykorzystaniem wyselekcjonowanych szlachetnych drożdży winiarskich rasy Tokay, przeznaczonych do produkcji win białych. Przed rozpoczęciem procesu fer-

mentacji pozyskane soki poddawano wstępnym badaniom mikrobiologicznym i fizykochemicznym, podczas których oznaczano liczbę drożdży i pleśni – PN-ISO 7954:1999 [20] oraz zawartość: ekstraktu ogólnego – PN-EN 12143:2000 [21] i cukrów ogółem – PN-A-75101-07:1990 [22]. Ponadto oznaczano: kwasowość ogólną – PN-EN 12147:2000 [23] i wartość pH – PN-EN 1132:1999 [24] oraz zawartość metali ciężkich: kadmu i ołowiu – PN-EN 14082:2004 [25]. Powstałe w procesie fermentacji wina jabłkowe analizowano na zawartości alkoholu – PN-A-79120-04:1990 [26] oraz cukrów ogółem – PN-A-79120-06:1990 [27].

Drugi etap stanowiła biosynteza kwasu octowego w temp. 30 °C, do której używano otrzymanych win jabłkowych oraz szczepów bakterii octowych *Acetobacter pasteurianus* O4 i *Acetobacter pasteurianus* MW3, pochodzących z własnej kolekcji kultur IBPRS. Szczepy te charakteryzowały się korzystnymi cechami biotechnologicznymi, opornością na wysokie stężenia kwasu octowego występującego w procesie technologicznym oraz wysoką aktywnością i zdolnością namnażania. Podczas procesu biosyntezy oznaczano zawartość alkoholu według PN-A-79120-04:1990 [26] oraz moc powstającego octu zgodnie z metodyką opisaną przez Czubę [8]. Przeprowadzano także ocenę sensoryczną uzyskanych octów jabłkowych za pomocą testu opisowego według prostej procedury własnej PS-13 edycja 1 [28]. Oceniano wygląd, klarowność, barwę oraz smak i zapach octów.

Uzyskane wyniki badań fizykochemicznych i mikrobiologicznych opracowano statystycznie przy użyciu programu komputerowego Statistica 10. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testem Tukeya przy $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wyniki badań soków jabłkowych stanowiących surowiec do produkcji octów owocowych zestawiono w tab. 1. Soki jabłkowe nie były zanieczyszczone kadmem i ołowiem, charakteryzowały się kwasowością w zakresie $0,32 \div 0,56$ g/100 cm³ w przeliczeniu na kwas cytrynowy, pH – $3,45 \div 3,93$, zawartością ekstraktu ogólnego w zakresie $11,4 \div 15,1$ %. Zawartość cukrów wynosiła $10,5 \div 14,7$ g/100 cm³, drożdże i pleśnie były nieobecne w badanych próbkach. Wartości pH w sokach nie różniły się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$), natomiast soki z przedsiębiorstwa rolnego II różniły się statystycznie istotnie pod względem zawartości ekstraktu ogólnego i cukrów ogółem od soków z pozostałych przedsiębiorstw. Ponadto soki z przedsiębiorstwa rolnego IV charakteryzowały się istotnie niższą kwasowością w porównaniu z sokami z przedsiębiorstwa I i III.

Soki charakteryzowały się odpowiednimi cechami fizykochemicznymi i mikrobiologicznymi, co umożliwiło przeprowadzenie procesu fermentacji alkoholowej, z wykorzystaniem wyselekcjonowanych szlachetnych drożdży winiarskich rasy Tokay.

Podczas procesu fermentacji kontrolowano zawartość cukrów oraz zawartość alkoholu. Brak cukru oznaczał koniec procesu fermentacji alkoholowej, natomiast zawartość alkoholu w uzyskanym winie przekładała się na uzyskaną w dalszym procesie moc octu. W wyniku fermentacji alkoholowej soków jabłkowych uzyskano wina charakteryzujące się zawartością alkoholu w zakresie $6,81 \div 10,84$ %, przy czym różnice pomiędzy próbami pod względem tego parametru były statystycznie istotne. Znikoma zawartość cukrów w winach świadczyła o całkowitym przefermentowaniu soków (tab. 2).

Tabela 1. Wyniki badań soków jabłkowych

Table 1. Analysis results of apple juices

Parametr / Parameter	Przedsięb. rolne I Farm I	Przedsięb. rolne II Farm II	Przedsięb. rolne III Farm III	Przedsięb. rolne IV Farm IV
Liczba drożdży i pleśni [jtk/ ml] Count of yeast and mould [cfu/ml]	< 1	< 1	< 1	< 1
Zawartość ekstraktu ogólnego Content of total extract [g/100 cm ³]	14,3 ± 0,6	11,4 ± 0,5	13,8 ± 0,5	15,1 ± 0,5
Zawartość cukrów ogółem Content of total sugar [g/100 cm ³]	12,8 ± 1,6	10,5 ± 1,3	13,5 ± 1,5	14,7 ± 1,9
Kwasowość ogólna Total acidity [g/100 cm ³]	0,56 ± 0,03	0,40 ± 0,02	0,48 ± 0,03	0,32 ± 0,02
Wartość pH / pH value	3,48 ± 0,30	3,56 ± 0,32	3,45 ± 0,31	3,93 ± 0,36
Zawartość Cd / Cd content [mg/kg]	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*	< 0,003*
Zawartość Pb / Pb content [mg/kg]	< 0,020*	< 0,020*	< 0,020*	< 0,020*

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; n = 5; (*) – granica oznaczalności Cd i Pb / limit of determination of Cd and Pb.

Tabela 2. Wyniki badań win uzyskanych w procesie fermentacji soków jabłkowych

Table 2. Analysis results of wines produced by means of fermentation process of apple juices

Parametr / Parameter	Przedsięb. rolne I Farm I	Przedsięb. rolne II Farm II	Przedsięb. rolne III Farm III	Przedsięb. rolne IV Farm IV
Zawartość cukrów ogółem Content of total sugar [g/100 cm ³]	< 1*	1,4 ± 0,3	< 1*	< 1*
Zawartość alkoholu Content of alcohol [%]	6,81 ± 0,11	7,95 ± 0,16	8,80 ± 0,27	10,84 ± 0,22

Objaśnienia / Explanatory notes:

(*) – granica oznaczalności cukrów / limit of determination for sugars

Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

W kolejnym etapie przeprowadzono biosyntezę kwasu octowego w temp. 30 °C, w której substratem były wina wytworzone w wyniku fermentacji soków jabłkowych, przy użyciu szczepów bakterii octowych *Acetobacter pasteurianus* O4 i *Acetobacter pasteurianus* MW3. Podczas procesu biosyntezy analizowano zawartość alkoholu oraz moc powstającego octu. Wydajność produkcji kwasu octowego w znacznym stopniu zależy od temperatury i napowietrzania, dlatego oba parametry były również kontrolowane i regulowane. Nadmiar tlenu prowadził do tzw. nadoksydacji, czyli utleniania substratu do ditlenku węgla i wody, co obniżało wydajność biosyntezy, natomiast niedobór tlenu bardzo wydłużał czas procesu octowania. W procesie biosyntezy uzyskano octy jabłkowe o mocy $3,3 \div 4,5$ g kwasu octowego w 100 cm³ (tab. 3), przy czym różnice statystycznie istotne wykazano pomiędzy octami z gospodarstw I i IV.

Tabela 3. Zawartość alkoholu i moc octów jabłkowych uzyskanych w procesie biosyntezy

Table 3. Content of alcohol and strength of apple vinegars produced by means of biosynthesis process

Parametr / Parameter	Przedsięb. rolne I Farm I	Przedsięb. rolne II Farm II	Przedsięb. rolne III Farm III	Przedsięb. rolne IV Farm IV
Moc octu [g kwasu octowego/100 cm ³] Strength of vinegar [g of acetic acid/100 cm ³]	3,3 ± 0,2	3,5 ± 0,1	4,0 ± 0,2	4,5 ± 0,2
Zawartość alkoholu Content of alcohol [%]	1,3 ± 0,02	< 1%	< 1%	< 1%

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; n = 5.

Na podstawie uzyskanych wyników zweryfikowano warunki technologiczne umożliwiające opracowanie procesu o najwyższej wydajności. W zależności od wydajności fermentacji alkoholowej, a następnie octowej, z 1g cukrów zawartych w nastawie do fermentacji alkoholowej można otrzymać $0,4 \div 0,5$ g kwasu octowego. Zgodnie z tym założeniem w celu otrzymania octu zawierającego ok. 5 g kwasu octowego w 100 cm³ zawartość cukrów w soku powinna być większa niż 10 g/100 cm³. W opracowanej innowacyjnej metodzie z soków jabłkowych o zawartości cukrów $10,5 \div 14,7$ g/100 cm³ otrzymano octy charakteryzujące się mocą w zakresie $3,3 \div 4,5$ g kwasu octowego w 100 cm³, co świadczy o optymalizacji warunków fermentacji. Wykazano, że na moc octów statystycznie istotnie wpływała zawartość alkoholu w winie, a najefektywniejsza fermentacja octowa zachodziła przy zawartości alkoholu na poziomie 10 %. Ponadto zastosowanie w procesach fermentacyjnych szczepów mikroorganizmów *Acetobacter pasteurianus* O4 i *Acetobacter pasteurianus* MW3 pozwoliło na uzyskanie produktu o bardzo dobrych walorach smakowo-zapachowych. Octy jabłkowe były naturalnie mętne, odznaczały się jasnożółtą barwą oraz widocznym osadem. Charakteryzowały się niezwykle aromatycznym, owocowo-

kwaskowym smakiem i zapachem, z lekko słodką nutą winną, bez posmaków obcych (tab. 4).

Tabela 4. Wyniki oceny sensorycznej octów jabłkowych uzyskanych w procesie biosyntezy
Table 4. Sensory evaluation results of vinegars produced by means of biosynthesis process

Cecha Feature	Przedsięb. rolne I Farm I	Przedsięb. rolne II Farm II	Przedsięb. rolne III Farm III	Przedsięb. rolne IV Farm IV
Klarowność Clarity	Ocet naturalnie mętny, widoczny osad Naturally cloudy vinegar, visible sediment			
Barwa Colour	Jasnożółta z odcieniem beżowym Light yellow with beige shade	Jasnożółta Light yellow		Jasnożółta z odcieniem beżowym Light yellow with beige shade
Zapach Aroma	Typowy dla octu jabłkowego, owocowy, lekko drożdżowy. Bez zapachów obcych Typical for apple vinegar, fruity, slightly yeasty. No foreign odours			
	Bardzo aromatyczny, lekko kwaskowy / Very aromatic, slightly acidulos	Aromatyczny, kwaskowy Aromatic, acidulous	Bardzo aromatyczny, lekko kwaskowy / Very aromatic, slightly acidulos	
Smak Flavour	Typowy dla octu jabłkowego, aromatyczny, lekko słodki, lekko winny. Bez posmaków obcych / Typical for apple vinegar, aromatic, slightly sweet, slightly winey. No foreign aftertaste			
	Octowo-owocowy, umiarkowanie kwaśny Acetic and fruity, moderately acidulous	Lekko owocowy, lekko kwaśny Slightly fruity, slightly acidulous	Octowo-owocowy, umiarkowanie kwaśny / Acetic and fruity, moderately acidulous	

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wyniki zbiorczej oceny sensorycznej opracowane na podstawie wyników ocen zespołu oceniającego / Table shows results of collective sensory evaluation based on evaluation results of evaluation panel; n = 5.

Dość niska kwasowość octów umożliwia ich spożywanie bez uprzedniego rozcieńczania w wodzie, dzięki czemu cenne składniki są dostarczane do organizmu w wyjściowym stężeniu i w sposób naturalny obniżane jest pH soku żołądkowego. Zwykle wytwarzanie octu owocowego zachodzi drogą fermentacji z wykorzystaniem dzikich szczepów drożdży i bakterii kwasu octowego. Produkty te nie są stabilne pod względem cech jakościowych oraz terminu przydatności do spożycia, gdyż za każdym razem w procesie fermentacji biorą udział inne drobnoustroje. Ponadto octy są z reguły konserwowane dwutlenkiem siarki w celu wydłużenia terminu przydatności do spożycia oraz klarowane [7, 11, 17, 19], przez co nie wykazują tak aromatycznego bukietu smakowo-zapachowego jak octy uzyskane w niniejszej pracy.

Opracowana w warunkach doświadczalnych innowacyjna metoda będzie zastosowana w gospodarstwach rolnych. Dla każdego gospodarstwa przewiduje się indywidualne zaprojektowanie zbiorników fermentacyjnych, uwzględniające możliwości lokalowe, środowiskowe i technologiczne tłoczni soków. Finalny, niepasteryzowany ocet owocowy będzie poddany badaniom pod względem składu i potencjalnych właściwości prozdrowotnych. Po uzyskaniu pierwszej partii octu jabłkowego będą podejmowane badania przechowalnicze, polegające na określeniu odpowiednich parametrów mikrobiologicznych, fizykochemicznych i sensorycznych w celu ustalenia terminu przydatności do spożycia. Wyprodukowany ocet owocowy nie będzie konserwowany chemicznie, co należy podkreślić. Produkt niepasteryzowany będzie charakteryzował się krótszym terminem przydatności do spożycia, niemniej można oczekiwać, że będzie znacznie bogatszy w substancje odżywcze i prozdrowotne.

Wnioski

1. Opracowana w Zakładzie Jakości Żywności Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego technologia produkcji octu jabłkowego z wykorzystaniem szczepów mikroorganizmów *Acetobacter pasteurianus* O4 i *Acetobacter pasteurianus* MW3 umożliwia otrzymanie octu jabłkowego o mocy $3 \div 4$ g kwasu octowego w 100 cm^3 .
2. Wyprodukowany ocet jest naturalnie mętny, odznacza się jasnożółtą barwą, widocznym osadem, aromatycznym owocowo-kwaskowym smakiem i zapachem, z lekko słodką nutą winną, bez posmaków obcych.
3. Ocet jabłkowy nie zawiera chemicznych konserwantów, a jedynie naturalne metabolity drobnoustrojów, charakteryzuje się wysoką jakością, wynikającą z powtarzalności podstawowych cech fizykochemicznych, cech sensorycznych i mikrobiologicznych, jak również bezpieczeństwem pod względem zawartości Cd i Pb.
4. Niska kwasowość octu umożliwia jego spożywanie bez uprzedniego rozcieńczania w wodzie, dzięki czemu cenne składniki są dostarczane do organizmu w wyjściowym stężeniu.
5. Opracowana innowacyjna technologia wytwarzania octu, przeznaczona dla indywidualnym rolników i drobnych przetwórców, może przyczynić się do zwiększenia stopnia wykorzystania lokalnych soków jabłkowych, a tym samym wpłynie na ograniczenie marnotrawienia soku wynikającego z jego krótkiego terminu przydatności do spożycia, jak również pozwoli na zwiększenie dochodowości wymienionych podmiotów.

Literatura

- [1] Antolak H.: Kwas octowy składnik żywności funkcjonalnej. *Przem. Spoż.*, 2015, 69 (9), 41-44.
- [2] Antolak H., Kręgiel D.: Bakterie kwasu octowego – taksonomia, ekologia oraz wykorzystanie przemysłowe. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, 4 (101), 21-35.
- [3] Antolak H., Kręgiel D.: Bakterie kwasu octowego – istotne zagrożenie w przemyśle spożywczym. *Przem. Spoż.*, 2014, 68, 12-16.
- [4] Budak H.B., Guzel-Seydim Z.B.: Antioxidant activity and phenolic content of wine vinegars produced by two different techniques. *J. Sci. Food Agric.*, 2010, 90, 2021-2026.
- [5] Budak N.H., Aykin E., Seydim A.C., Greene A.K., Guzel-Seydim Z.B.: Functional properties of vinegar. *J. Food Sci.*, 2014, 79, 757-764.
- [6] Chang J., Fang T.J.: Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovars *typhimurium* in iceberg lettuce and the antimicrobial effect of rice vinegar against *E. coli* O157:H7. *Food Microbiology*, 2007, 24, 745-751.
- [7] Chang R.C., Lee H.C., Ou A.S.M.: Investigation of the physicochemical properties of concentrated fruit vinegar. *J. Food Drug Anal.*, 2005, 13, 4, 348-356.
- [8] Czuba J.: Octownictwo. Instytut Przemysłu Fermentacyjnego, Warszawa 1986, ss. 101-103.
- [9] Fushimi T., Suruga K., Oshima Y., Fukiharu M., Tsukamoto Y., Goda T.: Dietary acetic acid reduces serum cholesterol and triacylglycerols in rats fed a cholesterol - rich diet. *Br. J. Nutr.*, 2006, 95, 916-924.
- [10] Gullo M., Caggia C., De Vero L., Giudici P.: Characterization of acetic bacteria in „traditional balsamic vinegar”. *Int. J. Food Microbiol.*, 2006, 106, 209-212.
- [11] Gullo M., Giudici P.: Acetic acid bacteria in traditional balsamic vinegar: Phenotypic traits relevant for starter cultures selection. *Int. J. Food Microbiol.*, 2008, 125, 46-532.
- [12] Jeszka M., Flaczyk E., Kobus-Cisowska J., Dziedzic K.: Związki fenolowe – charakterystyka i znaczenie w technologii żywności. *Nauka. Przyroda. Technologia*, 2010, 4 (2), 2-13.
- [13] Johnston C.S., Buller A.J.: Vinegar and peanut products as complementary foods to reduce postprandial glycaemia. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2005, 105, 1939-1942.
- [14] Johnston C.S., Gaas B.S.: Vinegar: Medicinal uses and antiglycemic effect. *Med. Gen. Med.*, 2006, 8 (2), #61.
- [15] Johnston C.S., Kim C.M., Buller A.J.: Vinegar improves insulin sensitivity to a high-carbohydrate meal in subjects with insulin resistance or type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 2004, 27, 281-283.
- [16] Kowalska H., Lenart A., Marzec A., Kowalska J., Samborska K., Żebrowska M.A.: Wykorzystanie produktów prozdrowotnych i suplementów diety w insulino-oporności. *Post. Tech. Przetw. Spoż.*, 2017, 2, 46-55.
- [17] Mazza S., Murooka Y.: Vinegar through the age. In: *Vinegar of the World*. Springer, Milan 2009, pp. 17-39.
- [18] Ndoye B., Lebeccque S., Dubois-Dauphin R., Tounkanra L., Guiro A.T., Kere C., Diawara B., Thonart P.: Thermoresistant properties of acetic acid bacteria isolated from tropical products of Sub-Saharan Africa and destined to industrial vinegar. *Enzyme Microbiol. Tech.*, 2006, 39, 916-923.
- [19] Ou A.S.M., Chang R.C.: Taiwan fruit vinegar. In: *Vinegar of the World*. Springer, Milan 2009, 223-241.
- [20] PN-ISO 7954:1999. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania drożdży i pleśni. Metoda płytkowa w 25 °C.
- [21] PN-EN 12143:2000. Soki owocowe i warzywne. Oznaczanie zawartości substancji rozpuszczalnych metodą refraktometryczną.
- [22] PN-A-75101-07:1990. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego.

- [23] PN-EN 12147:2000. Soki owocowe i warzywne. Oznaczanie kwasowości miareczkowej.
- [24] PN-EN 1132:1999. Soki owocowe i warzywne. Oznaczanie pH.
- [25] PN-EN 14082:2004. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie pierwiastków śladowych. Oznaczanie zawartości ołowiu, kadmu, cynku, miedzi, żelaza i chromu metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (AAS) po mineralizacji suchej.
- [26] PN-A-79120-04:1990. Wina i miody pitne. Przygotowanie próbek i metody badań. Oznaczanie zawartości alkoholu etylowego.
- [27] PN-A-79120-06:1990. Wina i miody pitne. Przygotowanie próbek i metody badań. Oznaczanie zawartości cukrów.
- [28] PS-13: Prosty test opisowy. Wygląd/klarowność, barwa, zapach, smak. Edycja 1. Łódź, 3 września 2012 r.
- [29] Rutala W.A., Barbee S.L., Aguiar N.C., Sobsey M.D., Weber D.J.: Antimicrobial activity of home disinfectants and natural products against potential human pathogens. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, 2000, 21 (1), 33-38.
- [30] Yamashita H., Fujisawa K., Ito E., Idei S., Kawaguchi N., Kimoto M., Hiemori M., Tsuji H.: Improvement of obesity and glucose tolerance by acetate in Type 2 diabetic Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty (OLETF) rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2007, 71, 1236-1243.

THE USE OF FERMENTATION PROCESSES TO DEVELOP AN INNOVATIVE METHOD OF OBTAINING APPLE VINEGAR WITH HEALTH-PROMOTING PROPERTIES

S u m m a r y

Fruit vinegars obtained with the use of fermentation methods constitute an interesting type of functional food, which gains increasing recognition among consumers owing to its health-promoting qualities. The objective of the research study was to develop an innovative production technology of fruit vinegar utilising local strains of microorganisms derived from the culture collection of the Institute of Agriculture and Food Biotechnology (IBPRS). The raw material used for the vinegar biosynthesis included natural, cold-pressed apple juices sourced from farmers and small agricultural employers in the Voivodeships of Łódź, Śląsk (Silesia) and Mazowsze (Mazovia). The preliminary microbiological and physical-chemical analyses of juices were conducted in order to determine the following: count of mould and yeast, content of total extract, total sugars, acidity and pH, and content of cadmium and lead. The first production stage of vinegar was the anaerobic fermentation of apple juices to produce wines; in the wines produced the contents of alcohol and sugars were determined. The second stage was the biosynthesis of acetic acid with the use of apple wines and strains of acetic acid bacteria: *Acetobacter pasteurianus* O4 and *Acetobacter pasteurianus* MW3. During the biosynthesis process there were determined the content of alcohol and the strength of vinegar being produced. The technology of producing fruit vinegar as developed in the Food Quality Department of IBPRS made it possible to produce a product with strength ranging $3.3 \div 4.5$ g of acetic acid per 100 cm³, with no chemical preservatives therein, showing an exceptional taste and aroma, and characterised by a high quality and nutritional value.

Key words: apple vinegar, functional food, fermentation process, *Acetobacter pasteurianus* O4, *Acetobacter pasteurianus* MW3 

AGNIESZKA REWUCKA, JADWIGA HAMUŁKA

OCENA DOSTĘPNOŚCI ORAZ SKŁADU SUPLEMENTÓW DIETY ZAWIERAJĄCYCH KSANTOFILY – LUTEINĘ, ZEAKSANTYNĘ I ASTAKSANTYNĘ

Streszczenie

Luteina, zeaksantyna i astaksantyna zaliczane są do ksantofili, czyli hydroksylowych pochodnych karotenów – związków o silnych właściwościach prozdrowotnych. Wpływają one na prawidłowe funkcjonowanie wielu układów i narządów. Z uwagi na brak możliwości syntetyzowania wymienionych ksantofili przez organizm człowieka oraz stosunkowo małe ich spożycie z żywnością powstaje coraz szersza gama suplementów umożliwiających uzupełnianie niedoborów tych związków.

Celem pracy był przegląd suplementów diety zawierających luteinę, zeaksantynę oraz astaksantynę, dostępnych od 5 lipca do 31 października 2019 roku na polskim rynku. Charakterystykę suplementów diety przygotowano na podstawie informacji zamieszczonych na opakowaniach, ulotkach dołączonych do tych opakowań, jak również znajdujących się na stronach internetowych aptek, sklepów zielarskich i sklepów z odżywkami. W badanym okresie stwierdzono obecność 233 takich preparatów, w tym 72 z luteiną, 2 z zeaksantyną, 42 z astaksantyną, 105 z luteiną i zeaksantyną, 6 z luteiną i astaksantyną oraz 6 zawierających wszystkie 3 karotenoidy. Zawartość omawianych związków w zalecanej dziennej dawce zależała przede wszystkim od wskazań do stosowania tych preparatów i wahała się w zakresie 0,02 ÷ 40 mg luteiny, 0,032 ÷ 9 mg zeaksantyny oraz 0,005 ÷ 40 mg astaksantyny. Suplementy diety zawierające luteinę (62 % preparatów) i zeaksantynę (84 % preparatów) były przeznaczone do stosowania w celu zapewnienia prawidłowego widzenia. W przypadku preparatów z astaksantyną wskazywano działanie kompleksowe oraz z przeznaczeniem dla osób ze schorzeniami układu sercowo-naczyniowego (po 28 %).

Słowa kluczowe: suplementy diety, ksantofile, luteina, zeaksantyna, astaksantyna, zawartość w suplementach, dostępność na polskim rynku

Wprowadzenie

Ksantofile, w tym luteina, zeaksantyna i astaksantyna, to hydroksylowe pochodne karotenów. Pod względem budowy chemicznej są to nienasycone węglowodory polie-

Inż. A. Rewucka, Wydz. Żywnienia Człowieka SGGW, prof. dr hab. J. Hamułka, Katedra Żywnienia Człowieka, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa. Kontakt: jadwiga_hamułka@sggw.edu.pl

nowe składające się z ośmiu reszt izoprenowych. Tworzą one łańcuch węglowy zbudowany z 40 atomów węgla, zawierający 9 podwójnych wiązań sprzężonych, zakończony pierścieniami końcowymi. Luteina i zeaksantyna różnią się między sobą położeniem wiązania podwójnego w jednym z pierścieni β -jononowych. W przypadku astaksantyny każdy z pierścieni, oprócz grupy hydroksylowej, zawiera w swojej strukturze dodatkowo jedną grupę ketonową. Obecność grup hydroksylowych, a w przypadku astaksantyny dodatkowo ketonowych powoduje, że związki te są bardziej polarne niż karoteny, co w znacznym stopniu determinuje ich absorpcję, transport, metabolizm i odkładanie w tkankach [1, 15, 16, 20, 24].

Dotychczas zidentyfikowano ok. 750 karotenoidów, z czego tylko ok. 40 znajduje się w typowej diecie człowieka, a ok. 20 występuje w ludzkiej krwi i tkankach. Należy zaznaczyć, że tylko 6 z nich, tj. likopen, luteina, β -karoten, β -kryptoksantyna, α -karoten i zeaksantyna stanowi ponad 95 % karotenoidów znajdujących się w osoczu krwi [4, 10, 17, 24, 29]. Karotenoidy pełnią szereg funkcji w ochronie zdrowia człowieka. Wykazują przede wszystkim działanie przeciwutleniające, ale poszczególne karotenoidy mogą również działać poprzez inne mechanizmy, np. β -karoten pełni funkcję prowitaminy A, podczas gdy ksantofile, a zwłaszcza luteina i zeaksantyna, odgrywają istotną rolę w budowie struktur oka i w sprawnym funkcjonowaniu narządu wzroku, stąd też mogą zmniejszać częstotliwość występowania chorób oczu, takich jak AMD, zaćma czy zwyrodnienie barwnikowe siatkówki [1, 3, 24, 25]. Właściwości przeciwutleniające karotenoidów, w tym ksantofili, polegają na prewencji, czyli niedopuszczeniu do reakcji wolnych rodników tlenowych ze związkami podatnymi na ich działanie (np. fosfolipidy błon komórkowych). Zdolność ta polega również na wychwytywaniu wolnych rodników, zwłaszcza tlenu singletowego, chroniącego przed uszkodzeniem oksydacyjnym. Z kolei reagując z wolnymi rodnikami pochodzenia organicznego powstającymi w wyniku utleniania lipidów, opóźniają peroksydację lipidów błon komórkowych. [3, 17, 20, 25]. Związki te przyczyniają się również do przyspieszenia procesów regeneracyjnych skóry i opóźnienia procesów jej starzenia [3, 18, 22]. Wykazują działanie przeciwnowotworowe oraz pozytywnie wpływają na zmniejszenie częstotliwości występowania udaru mózgu i chorób układu krążenia [3, 12, 18]. W ostatnich latach wykazano szczególne powinowactwo ksantofili (luteiny, zeaksantyny) do komórek nerwowych obecnych zarówno w siatkówce oka, jak również w rejonach mózgowia, zaangażowanych w procesy poznawcze człowieka. Zwiększają one płynność werbalną, pamięć oraz ogólnie funkcje poznawcze [3, 22, 25, 32, 35]. Dzięki możliwości przechodzenia tych związków z krwi matki do łożyska oraz ich obecności w mleku ludzkim, stają się one niezwykle ważne dla rozwoju wzroku i funkcji poznawczych u niemowląt i małych dzieci [21, 35].

Z kolei astaksantyna z uwagi na swoją unikatową strukturę molekularną wykazuje większą aktywność biologiczną i wpływa na redukcję stresu oksydacyjnego silniej niż

inne przeciwutleniacze [2, 19, 22]. Może ona odgrywać ważną rolę w zapobieganiu chorobom i zaburzeniom funkcjonowania układu krążenia. Jej działanie kardioprotekcyjne wynika z właściwości przeciwutleniających, przeciwzakrzepowych, przeciwzapalnych oraz immunomodulujących [2, 3, 22, 33]. Karotenoid ten przenika barierę krew – mózg, zmniejsza więc ryzyko wystąpienia udaru mózgu oraz barierę między układem krwionośnym a siatkówką i działa ochronnie na narząd wzroku [3]. Ponadto wpływa na funkcje regulacyjne skóry oraz procesy różnicowania keratynocytów, przyspieszając odnowę naskórka [3, 22, 24]. Astaksantyna wykazuje silną aktywność przeciwnowotworową [3], przyczynia się do utrzymania dużej sprawności metabolicznej mięśni, co przyspiesza proces ich regeneracji po intensywnym wysiłku fizycznym [6] oraz wspomaga leczenie niepłodności u mężczyzn [5].

Luteina występuje głównie w zielonych liściach warzyw, w których jest maskowana przez zielony barwnik chlorofil, oraz w żółtych i pomarańczowych warzywach i owocach. Jarmuż, szpinak, kolendra, dynia oraz owoce mango i papaja, a także żółtko jaj to najbogatsze źródła luteiny. Natomiast główne źródła zeaksantyny to kukurydza, papryka czerwona i pomarańczowa oraz żółtko jaja [26]. Źródłem astaksantyny w diecie ludzi są natomiast głównie owoce morza (langusta, krab, krewetka) i ryby (łosoś, pstrąg łososiowy) [7, 15].

Wymienione związki nie są syntetyzowane w organizmie człowieka, dlatego powinny być spożywane wraz z dietą. Obserwowane nieprawidłowości w żywieniu, brak odpowiedniego spożycia produktów będących źródłem tych karotenoidów oraz zwiększone zapotrzebowanie wynikające m.in. z chorób, stosowania diet restrykcyjnych czy narażenia na stres oksydacyjny powinny być wskazówką dla niektórych osób, aby uzupełniały żywienie w suplementy zawierające wymienione związki. Na rynku występują liczne preparaty różniące się składem i zawartością w nich poszczególnych karotenoidów.

Celem pracy był przegląd suplementów diety zawierających ksantofile, dostępnych na polskim rynku, oraz charakterystyka tych preparatów z uwagi na zawartość w nich luteiny, zeaksantyny i/lub astaksantyny.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły suplementy diety zawierające wybrane ksantofile – luteinę, zeaksantynę i/lub astaksantynę, które były dostępne na polskim rynku w okresie od 5 lipca do 31 października 2019 roku. Charakterystyka preparatów zawierających ww. ksantofile została opracowana na podstawie informacji umieszczonych przez producentów na opakowaniach, ulotkach dołączonych do tych opakowań, a także informacjach zamieszczonych na stronach internetowych aptek, sklepów zielarskich oraz sklepów z odżywkami.

Dane dotyczące suplementów diety zawierających wymienione karotenoidy porównano pod względem: zawartości poszczególnych ksantofili w 1 dawce preparatu, w zalecanej dziennej dawce do stosowania według producenta, postaci farmaceutycznej, w jakiej występują, ilości dodatkowych składników (związków) obecnych w preparacie, wskazań do stosowania, przeznaczenia dla określonych grup ludności, pory przyjmowania preparatu, wielkości opakowania oraz producenta. Na podstawie zebranych danych obliczono koszt 1 mg ww. ksantofili zawartych w każdym z ocenianych preparatów.

Wyniki i dyskusja

W badanym okresie na polskim rynku stwierdzono obecność 233 suplementów zawierających luteinę, zeaksantynę i/lub astaksantynę. Wśród nich wyróżniono 189 preparatów zawierających luteinę, w tym 105 zawierających luteinę i zeaksantynę, 72 zawierające wyłącznie luteinę, 6 – z luteiną i astaksantyną oraz 6 zawierających wszystkie trzy omawiane karotenoidy (tab. 1).

Odnotowano łącznie 113 suplementów diety zawierających zeaksantynę, z czego jedynie 2 zawierały w swoim składzie wyłącznie ten związek. Obecność astaksantyny stwierdzono w 54 suplementach, przy czym w 42 preparatach występowała ona samodzielnie, a w niewielu suplementach w połączeniu z luteiną i zeaksantyną, co może wynikać z różnych źródeł pozyskiwania tych ksantofili. W porównaniu z wcześniejszymi badaniami Hamulki i Nogal [13], Pogorzelskiej i wsp. [27] oraz Sulich i wsp. [31] stwierdzono znaczny wzrost liczby suplementów zawierających zarówno luteinę, jak i zeaksantynę oraz astaksantynę.

Badane suplementy diety charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem pod względem zawartości poszczególnych karotenoidów w jednej dawce, jak również w dziennej dawce proponowanej do spożycia przez producenta (tab. 1). Zawartość luteiny w 1 dawce mieściła się w granicach $0,006 \div 40$ mg, natomiast w zalecanej, dziennej dawce sugerowanej przez producenta – $0,02 \div 40$ mg. Najwięcej suplementów diety zawierało poniżej 1 mg oraz w ilości $20 \div 29$ mg luteiny w 1 dawce, co w obu przypadkach stanowiło po 24 % ogólnej liczby preparatów. Producenci najczęściej zalecali przyjmowanie luteiny dziennie w ilości $6 \div 10$ mg (26 %) oraz $20 \div 29$ mg (27 %), z czego 39 suplementów diety zawierało dawkę równą 10 mg, a 35 suplementów – 20 mg. W przypadku 4 preparatów niepokojące może być zalecanie przez producentów przyjmowania luteiny w dawce aż 40 mg/dzień.

Zawartość zeaksantyny w dostępnych preparatach kształtowała się na znacznie niższym poziomie – $0,02 \div 8$ mg w jednej dawce oraz $0,032 \div 9$ mg/dzień w dawce zaproponowanej przez producenta. Najczęściej zawartość zeaksantyny w suplementach

Tabela 1. Charakterystyka suplementów diety zawierających karotenoidy

Table 1. Profile of dietary supplements with carotenoids

Wyróżnik / Feature	Suplementy zawierające / Supplements containing:		
	luteinę lutein [n] (%)	zeaksantynę zeaxanthin [n] (%)	astaksantynę astaxanthin [n] (%)
Liczba suplementów ogółem Total number of supplements	189 (100)	113 (100)	54 (100)
Ilość karotenoidu w 1 dawce suplementu / The amount of carotenoid per one dose of supplement [mg]			
< 1	45 (23,8)	35 (31,0)	12 (22,2)
1 ÷ 5	40 (21,2)	76 (67,2)	31 (57,3)
6 ÷ 10	38 (20,1)	2 (1,8)	5 (9,3)
11 ÷ 19	12 (6,4)	–	5 (9,3)
20 ÷ 29	46 (24,3)	–	–
≥ 30	8 (4,2)	–	1 (1,9)
Ilość karotenoidu w dziennej dawce suplementu The amount of carotenoid per daily dose of supplement [mg]			
< 1	32 (16,9)	25 (22,1)	8 (14,8)
1 ÷ 5	28 (14,8)	86 (76,1)	26 (48,2)
6 ÷ 10	49 (25,9)	2 (1,8)	13 (24,0)
11 ÷ 19	21 (11,1)	–	6 (11,1)
20 ÷ 29	50 (26,5)	–	–
≥ 30	9 (4,8)	–	1 (1,9)
Forma występowania / Dosage form			
Kapsułki / Capsules	123 (65,2)	84 (74,3)	48 (88,8)
Tabletki / Pills	51 (27,0)	21 (18,6)	3 (5,5)
Kapsułki i tabletki / Capsules and pills	4 (2,2)	1 (0,9)	–
Tabletki musujące / Effervescent tablets	1 (0,5)	–	–
Płyn / Liquid	5 (2,6)	4 (3,5)	–
Żelki / Jelly beans	1 (0,5)	1 (0,9)	1 (1,9)
Saszetki / Sachets	1 (0,5)	1 (0,9)	1 (1,9)
Proszek / Powder	1 (0,5)	1 (0,9)	1 (1,9)
Saszetki i proszek / Sachets and powder	1 (0,5)	–	–
Pastyłki / Pastilles	1 (0,5)	–	–
Liczba pozostałych składników w preparacie / Number of other components in preparation:			
0	15 (7,9)	9 (8,0)	14 (25,9)
1	13 (6,9)	10 (8,8)	5 (9,3)
2 ÷ 10	80 (42,3)	59 (52,2)	30 (55,6)
11 ÷ 20	33 (17,5)	24 (21,2)	2 (3,7)
21 ÷ 30	32 (16,9)	8 (7,1)	3 (5,5)
> 30	16 (8,5)	3 (2,7)	–
Cena 1 mg karotenoidu / Price of 1 mg of carotenoid [zł]			
< 1	153 (81,0)	77 (68,1)	36 (66,7)
1 ÷ 6	24 (12,7)	29 (25,7)	10 (18,5)
7 ÷ 20	7 (3,7)	5 (4,4)	3 (5,5)
> 20	5 (2,6)	2 (1,8)	5 (9,3)

diety mieściła się w granicach $1 \div 5$ mg, zarówno w 1 dawce (68 %), jak i w zalecanej dziennej dawce (76 %). Producenci najczęściej (27 suplementów) zalecali przyjmowanie zeaksantyny w ilości 2 mg na dzień.

W ciągu ostatnich kilku lat wzrosło również zainteresowanie suplementami diety z astaksantyną. Ilość astaksantyny w jednej dawce preparatu wahała się w granicach $0,01 \div 40$ mg, a w zalecanej dziennej dawce – $0,005 \div 40$ mg. Zawartość astaksantyny w 1 dziennej dawce preparatu w 57 % przypadków mieściła się w zakresie $1 \div 5$ mg, przy czym najczęściej występowała w ilości 4 mg na dzień (13 suplementów). Z kolei dawka proponowana przez producentów wynosiła $1 \div 5$ mg/dzień (48 %) lub $6 \div 10$ mg/dzień (24 %), przy czym producenci zalecali przyjmowanie najczęściej 4 mg astaksantyny/dzień (8 suplementów) oraz 8 mg/dzień (7 suplementów).

Popularność preparatów zawierających nie tylko luteinę, ale również inne karotenoidy sprawia, że należy zwrócić szczególną uwagę na dawkę stosowanych suplementów diety. Wymaga to oszacowania maksymalnego poziomu spożycia, który nie spowoduje szkodliwych efektów zdrowotnych. Do tej pory nie ustalono dziennego zapotrzebowania na luteinę. Nie wyznaczono również dawki LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*) ani NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), ponieważ żadne z badań klinicznych nie wykazało działań niepożądanych związanych z przyjmowaniem dużych dawek luteiny u ludzi. Jak podają Shao i Hathcock [30], metodą oceny ryzyka OSL (*Observed Safe Level*) stwierdzono wysokie bezpieczeństwo stosowania suplementów diety w przypadku dawki luteiny nieprzekraczającej 20 mg na dzień. W ostatnich latach potwierdzono, że luteina spełnia kryteria, jakie zaproponowali Lupton i wsp. [23] i należy je uwzględniać przy opracowywaniu zaleceń dotyczących spożycia tego karotenoidu na poziomie *Dietary Reference Intakes* (DRIs) [28].

W przypadku zeaksantyny zespół ekspertów EFSA uznał za bezpieczne spożycie syntetycznej formy tego związku w ilości 0,75 mg/kg masy ciała dziennie, co odpowiada dziennemu spożyciu 53 mg tego związku dla osoby o masie ciała równiej 70 kg [9]. Natomiast w przypadku astaksantyny zalecane dopuszczalne dzienne spożycie (ADI) nie powinno przekraczać 0,034 mg/kg masy ciała, czyli 2,38 mg na dobę przez człowieka o masie 70 kg [8].

Analizowane suplementy diety występowały (tab. 1) głównie w postaci kapsułek, odpowiednio: 65 % suplementów w przypadku luteiny, 75 % – zeaksantyny oraz 89 % – astaksantyny. Znacznie mniejszy odsetek stanowiły preparaty w formie tabletek.

Z uwagi na liczbę pozostałych składników aktywnych obecnych w ocenianych preparatach (tab. 1), zdecydowana większość suplementów diety to preparaty wieloskładnikowe, czyli zawierające 2 składniki odżywcze lub więcej (poza analizowanymi karotenoidami). W 2019 r. na polskim rynku spośród 233 suplementów diety dostępnych było 186 takich preparatów, co stanowi 80 % ogółu suplementów. Najliczniejszą grupę stanowiły suplementy zawierające od 2 do 10 składników aktywnych. Preparaty

jednoskładnikowe stanowiły natomiast niecałe 10 % (17 z 233). W suplementach diety niezawierających żadnych innych składników poza luteiną, zeaksantyną i/lub astaksantyną oraz w preparatach jednoskładnikowych zawartość omawianych karotenoidów była wyższa. Były one zalecane w przypadku profilaktyki konkretnych schorzeń. Preparaty wieloskładnikowe zawierały najczęściej znacznie mniejsze ilości poszczególnych karotenoidów i były przeznaczone do stosowania w celu uzupełnienia diety w witaminy i składniki mineralne.

W niniejszej pracy dokonano analizy suplementów diety ze względu na cenę 1 mg poszczególnych karotenoidów zawartych w danym preparacie (tab. 1). Cena ta została wyliczona na podstawie wartości średniej w przypadku preparatów, które występowały w więcej niż jednym opakowaniu bądź w różnych formach farmaceutycznych (np. tabletki i kapsułki). Na podstawie uzyskanych wyników można zauważyć, że w zdecydowanej większości preparatów cena 1 mg karotenoidów wynosiła mniej niż 1 zł. Wynika to przede wszystkim z zawartości poszczególnych karotenoidów w jednej dawce. Suplementy zawierające duże ilości analizowanych karotenoidów zawierały niewielkie ilości innych substancji dodatkowych i były stosowane głównie w leczeniu konkretnych schorzeń, np. luteina i zeaksantyna w celu poprawy funkcji wzrokowych, dlatego cena 1 mg w takich preparatach była niższa.

Na podstawie zgromadzonych danych (tab. 2) stwierdzono, że największy odsetek suplementów zawierających luteinę i zeaksantynę był przeznaczony do stosowania w celu ochrony narządu wzroku i poprawy ostrości widzenia, odpowiednio: 62 % w przypadku luteiny i 84 % – zeaksantyny. W odniesieniu do suplementów z astaksantyną największy odsetek stanowiły preparaty przeznaczone do stosowania w profilaktyce schorzeń układu sercowo-naczyniowego (28 %), które wspomagają również utrzymanie prawidłowego poziomu cholesterolu i triacylogliceroli we krwi. Taki rozkład wskazań do stosowania poszczególnych ksantofili znajduje odzwierciedlenie w badaniach naukowych. Liczne dowody potwierdzają pozytywny wpływ luteiny i zeaksantyny na wzrok [1, 20, 25] i funkcje poznawcze [22, 25, 32, 35], a astaksantyny – jako substancji o silnym działaniu przeciwutleniającym i kardioprotekcyjnym [2, 19, 22, 33].

Po analizie dostępnych na polskim rynku suplementów diety zawierających karotenoidy stwierdzono, że w 90 % przypadków były one skierowane do osób dorosłych (tab. 2). Wśród nich można wyróżnić także preparaty dostępne tylko dla kobiet, m.in. aktywnych fizycznie, będących w ciąży bądź karmiących piersią, które mają skład dostosowany do zmieniających się warunków fizjologicznych kobiety oraz potrzeb dziecka, oraz takie, które powinny być stosowane wyłącznie przez mężczyzn, np. w celu uzupełnienia niedoborów spowodowanych intensywnym wysiłkiem fizycznym lub utrzymujących wysoki poziom testosteronu. Odnotowano także 12 suplementów

Tabela 2. Charakterystyka suplementów zawierających karotenoidy pod względem wskazań do stosowania

Table 2. Profile of supplements with carotenoids in terms of their indications for use

Wyróżnik / Feature	Suplementy zawierające: Supplements containing:		
	luteinę lutein [n] ([%])	zeaksantynę zeaxanthin [n] ([%])	astaksantynę astaxanthin [n] ([%])
Liczba suplementów ogółem Total number of supplements	189 (100)	113 (100)	54 (100)
Wskazanie do stosowania / Indication for use			
Wzrok / Vision	118 (62,4)	95 (84,1)	8 (14,8)
Niedobór witamin i składników mineralnych Shortage of vitamins and minerals	51 (27,0)	8 (7,1)	–
Działanie kompleksowe / Comprehensive action	9 (4,8)	4 (3,5)	15 (27,8)
Układ nerwowy / Nervous system	5 (2,6)	4 (3,5)	1 (1,9)
Ochrona przed wolnymi rodnikami Protection against free radicals	2 (1,1)	2 (1,8)	9 (16,6)
Układ kostny / Skeletal system	2 (1,1)	–	1 (1,9)
Skóra / Skin	1 (0,5)	–	2 (3,7)
Układ krążenia / Circulatory system	1 (0,5)	–	15 (27,8)
Układ rozrodczy / Reproductive system	–	–	3 (5,5)
Przeznaczenie dla różnych grup ludności / Intended for various groups of the population			
Dzieci / Children	4 (2,1)	–	1 (1,9)
Dorośli / Adults:	167 (88,4)	107 (94,6)	52 (96,2)
ze szczególnym uwzględnieniem suplementów diety przeznaczonych / with particular focus on dietary supplements intended for:			
– tylko dla kobiet / women only	8 (4,2)	3 (2,7)	–
– tylko dla mężczyzn / men only	7 (3,7)	1 (0,9)	1 (1,9)
Dorośli i dzieci / Adults and children	3 (1,6)	3 (2,7)	1 (1,9)
Dorośli i młodzież / Adults and teenagers	3 (1,6)	–	–
Osoby starsze / Elderly people	12 (6,3)	3 (2,7)	–
Zalecana pora przyjmowania / Recommended time of taking			
Przed posiłkiem / Before meal	5 (2,6)	2 (1,8)	1 (1,9)
W trakcie posiłku / During meal	68 (36,0)	39 (34,5)	31 (57,3)
Po posiłku / After meal	14 (7,4)	7 (6,2)	5 (9,3)
Między posiłkami / Between meals	2 (1,1)	1 (0,9)	1 (1,9)
Przed posiłkiem/po posiłku / Before meal/after meal	1 (0,5)	1 (0,9)	1 (1,9)
W trakcie posiłku/po posiłku During meal/after meal	13 (6,9)	7 (6,2)	2 (3,7)
W trakcie posiłku/między posiłkami During meal/between meals	–	1 (0,9)	–
Brak informacji / No information available	86 (45,5)	55 (48,6)	13 (24,0)

zawierających luteinę, w tym 3 również zeaksantynę, które były przeznaczone wyłącznie dla osób starszych. Takie preparaty stanowiły ok. 5 % wszystkich dostępnych suplementów z karotenoidami. Dzięki obecności w ich nazwach takich sformułowań, jak

„senior”, „silver” czy „50+” były one łatwo identyfikowalne wśród całej gamy preparatów. Zwiększyła się także liczba suplementów diety przeznaczonych dla młodszych grup wiekowych. Obecnie na polskim rynku dostępnych jest 12 takich preparatów, co stanowi 5 % ogółu suplementów. Ze względu na pozytywny wpływ omawianych karotenoidów na funkcjonowanie układu nerwowego, rozwój wzroku i ogólnie funkcji poznawczych niemowląt i małych dzieci, w ostatnim czasie wzrosło zainteresowanie badaczy karotenoidami w tym aspekcie [21, 35].

Ulotki informacyjne części analizowanych preparatów zawierały zalecenia dotyczące pory przyjmowania danych suplementów diety w zależności od spożywanych posiłków (tab. 2). Taka informacja była dołączona do 55 % suplementów zawierających luteinę, 51 % – zawierających zeaksantynę i 76 % – zawierających astaksantynę. Zdecydowana większość preparatów (ponad 68 %) powinna być zażywana w trakcie spożywanego posiłku. W przypadku ok. 13 % preparatów producenci informowali, że powinny być spożywane zaraz po posiłku, natomiast ok. 11 % suplementów opatrzone wskazaniem przyjmowania preparatu w trakcie posiłku lub po nim.

Wchłanianie karotenoidów odbywa się na zasadzie dyfuzji biernej w jelitach, następnie za pomocą lipoprotein są one transportowane wraz z krwią do tkanek docelowych. Prawidłowe wchłanianie karotenoidów ma miejsce wyłącznie w obecności kwasów tłuszczowych i soli żółciowych ze względu na lipofilowy charakter tych związków. Skuteczność suplementacji tymi związkami zależy zatem w dużym stopniu od zapewnienia precyzyjnych wytycznych dotyczących spożywania odpowiedniej dawki karotenoidów wraz z posiłkiem zawierającym tłuszcz, który sprzyja włączeniu ich do miceli i ułatwia późniejsze wchłanianie [11, 20, 34]. Wiele suplementów diety występuje w formie kapsułek, gdyż wchłaniają się lepiej, jeśli są zawieszone w mieszaninie różnych kwasów tłuszczowych. Należy pamiętać, że błonnik pokarmowy, zwłaszcza frakcje rozpuszczalne w wodzie, zmniejsza wchłanianie karotenoidów poprzez ich wychwytywanie i oddziaływanie z kwasami żółciowymi, co prowadzi do wzrostu wydalania z kałem tłuszczów i substancji rozpuszczalnych w tłuszczach, takich jak karotenoidy [14]. Suplementy z karotenoidami nie powinny więc być przyjmowane równocześnie z produktami zawierającymi duże ilości błonnika pokarmowego. Ponadto na skuteczność suplementacji może także wpływać stan zdrowia pacjenta, obecność pasożytów w przewodzie pokarmowym czy interakcje z innymi składnikami żywności, np. z białkami lub substytutami tłuszczu, które obniżają wchłanianie karotenoidów. Wiek wydaje się być kolejnym czynnikiem przyczyniającym się do gorszej biodostępności karotenoidów [13, 14, 25, 34].

Preparaty dostępne na polskim rynku zawierające ksantofile pochodziły głównie z Polski (53 %). Najpopularniejszymi polskimi producentami byli: Olimp Laboratories oraz Aflofarm. Suplementy diety pochodzące z importu najczęściej były produkowane

przez firmy amerykańskie (35 %), takie jak: Now Foods, Swanson Health Products oraz Piping Rock Health Products.

Dokonano również analizy suplementów diety pod względem dostępności ich opakowań w różnych wersjach wielkościowych (tab. 3). Większość producentów tych preparatów oferowało swoje produkty w opakowaniach w jednej wersji wielkościowej – 82 % (191 preparatów), najczęściej po 30 lub 60 szt. w jednym opakowaniu.

Tabela 3. Podział suplementów zawierających karotenoidy według wielkości opakowań
Table 3. Breakdown of supplements containing carotenoids by packet size

Wersje opakowań Packet versions	Liczba suplementów Number of supplements	Udział w ogólnej sumie suplementów Share in the total supplements [%]
Jedna wersja / One version	191	82,0
Dwie wersje / Two versions	37	15,9
Trzy wersje / Three versions	3	1,3
Cztery wersje / Four versions	1	0,4
Pięć wersji / Five versions	1	0,4

Stale rosnąca liczba suplementów diety zawierających analizowane ksantofile [13, 27, 31], jak również pochodzenie tych związków (naturalne, syntetyczne) [18, 22], ich biodostępność oraz zalecane dzienne dawki spożycia wskazują na konieczność prowadzenia badań w tym zakresie. W badaniach *in vitro* wykazano bowiem, że naturalna astaksantyna z mikroalg *Haematococcus pluvialis* może być ponad 50 razy silniejsza niż syntetyczna w wychwytywaniu tlenu singletowego i prawie 20 razy bardziej skuteczna w eliminacji wolnych rodników [24]. Należy również pamiętać, że zbyt duże dawki karotenoidów, w tym również ksantofili, mogą działać prooksydacyjnie, prowadząc do stresu oksydacyjnego [20]. Wykazano ponadto, że poszczególne karotenoidy spożywane razem i w dużych dawkach, np. w postaci suplementów, współzawodniczą o miejsca we frakcjach chylomikronów, co prawdopodobnie wynika z ich konkurencyjności w absorpcji jelitowej, włączaniu do chylomikronów lub obu tych mechanizmów równocześnie, stąd też przyjmowanie ich w tym samym czasie może wywoływać efekt odwrotny od zdrowotnego [14, 20, 24].

Wnioski

1. W badanym okresie na rynku stwierdzono obecność 233 suplementów zawierających ksantofile, przy czym największą grupę stanowiły preparaty z luteiną (189) i z zeaksantyną (113), a najmniejszą zawierające astaksantynę (54).
2. Zawartość omawianych związków w zalecanej dziennej dawce zależała przede wszystkim od karotenoidu oraz wskazań do stosowania danego suplementu i wahała się w szerokim zakresie 0,005 ÷ 40 mg/dzień.

3. Suplementy diety zawierające luteinę i zeaksantynę były przeznaczone głównie do stosowania w celu ochrony wzroku, natomiast z astaksantyną – z przeznaczeniem dla osób ze schorzeniami układu krążenia oraz jako uzupełniające, które wykazuje działanie kompleksowe na organizm.
4. Biorąc pod uwagę stale wzrastającą liczbę suplementów diety zawierających oceniane ksantofile, ich poziomy w zalecanej dziennej dawce, jak również biodostępność z preparatów i brak zaleceń odnośnie do ich spożycia zarówno z dietą jak i suplementami należy prowadzić cykliczne analizy rynku suplementów diety, mające na celu weryfikację ich dostępności i spożycia w kontekście prowadzonych aktualnie badań naukowych.

Literatura

- [1] Alves-Rodrigues A., Shao A.: The science behind lutein. *Toxicol. Lett.*, 2004, 150 (1), 57-83.
- [2] Ambati R.R., Phang S.M., Ravi S., Aswathanarayana R.G.: Astaxanthin: Sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications – a review. *Mar. Drugs*, 2014, 12, 128-152.
- [3] Aziza E., Batool R., Akhtar W., Rehman S., Shahzad T., Malik A., Shariatie M.A., Laishevtcev A., Plygun S., Heydari M., Rauf A., Arifk S.A.: Xanthophyll: Health benefits and therapeutic insights. *Life Sci.*, 2020, 240, 1-12.
- [4] Bernstein P.S., Li B., Vachali P.P., Gorupudi A., Shyam R., Henriksen B.S., Nolan J.M.: Lutein, zeaxanthin, and meso-zeaxanthin: The basic and clinical science underlying carotenoid-based nutritional interventions against ocular disease. *Prog. Retin. Eye Res.*, 2016, 50, 34-66.
- [5] Comhaire F.H., Gareem Y.E., Mahmoud A., Eertmans F., Schoonjans F.: Combined conventional/antioxidant "Astaxanthin" treatment for male infertility: A double blind, randomized trial. *Asian J. Androl.*, 2005, 7 (3), 257-262.
- [6] Djordjevic B., Baralic I., Kotur-Stevuljevic J., Stefanovic A., Ivanisevic J., Radivojevic N., Andjelkovic M., Dikic N.: Effect of astaxanthin supplementation on muscle damage and oxidative stress markers in elite young soccer players. *J. Sport Med. Phys. Fit.*, 2012, 52, 382-392.
- [7] EFSA: Opinion of the Scientific Panel on additives and products or substances used in animal feed (FEEDAP) on the safety of use of colouring agents in animal nutrition. Part I. General principles and astaxanthin. *EFSA J.*, 2005, 291, 1-40.
- [8] EFSA: Scientific opinion on the safety of astaxanthin-rich ingredients (AstaREAL A1010 and AstaREAL L10) as novel food ingredients. *EFSA J.*, 2014, 12(7), 1-35.
- [9] EFSA: Statement on the safety of synthetic zeaxanthin as an ingredient in food supplements. *EFSA J.*, 2012, 10 (10), 1-14.
- [10] Eggersdorfer M., Wyss A.: Carotenoids in human nutrition and health. *Arch. Biochem. Biophys.*, 2018, 652, 18-26.
- [11] Faulks R.M., Southon S.: Challenges to understanding and measuring carotenoid bioavailability. *Biochim. Biophys. Acta*, 2005, 1740, 95-100.
- [12] Grudziński W., Piet M., Luchowski R., Reszczyńska E., Welc R., Paduch R., Gruszecki W.I.: Different molecular organization of two carotenoids, lutein and zeaxanthin, in human colon epithelial cells and colon adenocarcinoma cells. *Spectrochim. Acta A.*, 2018, 188, 57-63.
- [13] Hamułka J., Nogal D.: Ocena oraz charakterystyka suplementów diety zawierających luteinę i zeaksantynę obecnych na polskim rynku farmaceutycznym. *Rocz. PZH*, 2008, 59 (1), 47-57.

- [14] Hamulka J.: Badania nad wpływem wybranych frakcji włókna pokarmowego na wykorzystanie luteiny w warunkach *in vitro* i *in vivo*. Wyd. SGGW, Warszawa 2009.
- [15] Higuera-Ciajara I., Félix-Valenzuela L., Goycoolea F.M.: Astaxanthin: A review of its chemistry and applications. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2006, 46 (2), 185-196.
- [16] Jackson H., Braun C.L., Ernst H.: The chemistry of novel xanthophyll carotenoids. *Am. J. Cardiol.*, 2008, 101 (10), S50-S57.
- [17] Jomova K., Valko M.: Health protective effects of carotenoids and their interactions with other biological antioxidants. *Eur. J. Med. Chem.*, 2013, 70, 102-110.
- [18] Khalil M., Raila J., Ali M., Islam K.M.S., Schenk R., Krause J., Schweigert F.J., Rawel H.: Stability and bioavailability of lutein ester supplements from Tagetes flower prepared under food processing conditions. *J. Funct. Foods.*, 2012, 4 (3), 602-610.
- [19] Kishimoto Y., Yoshida H., Kondo K.: Potential anti-atherosclerotic properties of astaxanthin. *Mar. Drugs*, 2016, 14 (2), 1-13.
- [20] Krinsky N.I., Johnson E.J.: Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Mol. Aspects Med.*, 2005, 26, 459-516.
- [21] Lieblein-Boff J.C., Johnson E.J., Kennedy A.D., Lai C.S., Kuchan M.J.: Exploratory metabolomic analyses reveal compounds correlated with lutein concentration in frontal cortex, hippocampus, and occipital cortex of human infant brain. *PLoS One*, 2015, 10 (8), #0136904.
- [22] López-Cervantes J., Sánchez-Machado D.I.: Astaxanthin, lutein, and zeaxanthin In: *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*. Eds. S.M. Nabavi, A.S. Silva. Academic Press, London 2019, pp. 19-25.
- [23] Lupton J.R., Atkinson S.A., Chang N., Fraga C.G., Levy J., Messina M., Richardson D.P., van Ommen B., Yang Y., Griffiths J.C., Hathcock J.: Exploring the benefits and challenges of establishing a DRI-like process for bioactives. *Eur. J. Nutr.*, 2014, 53, S1-S9.
- [24] Milani A., Basirnejad M., Shahbazi S., Bolhassani A.: Carotenoids: Biochemistry, pharmacology and treatment. *Br. J. Pharmacol.*, 2017, 174, 1290-1324.
- [25] Nwachukwu I.D., Udenigwe C.C., Aluko R.E.: Lutein and zeaxanthin: Production technology, bioavailability, mechanisms of action, visual function, and health claim status. *Trends Food Sci. Technol.*, 2016, 49, 74-84.
- [26] Perry A., Rasmussen H., Johnson E.J.: Xanthophyll (lutein, zeaxanthin) content in fruits, vegetables and corn and egg products. *J. Food Compos. Anal.*, 2009, 22, 9-15.
- [27] Pogorzelska E., Hamulka J., Wawrzyniak A.: Astaksantyna – budowa, właściwości i możliwości zastosowania w żywności funkcjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2016, 1 (104), 5-16.
- [28] Ranard K.M., Sookyoung J., Mohn E.S., Griffiths J.C., Johnson E.J., Erdman J.W.: Dietary guidance for lutein: Consideration for intake recommendations is scientifically supported. *Eur. J. Nutr.*, 2017, 56, S37-S42.
- [29] Rao A.V., Rao L.G.: Carotenoids and human health. *Pharmacol. Res.*, 2007, 55, 207-216.
- [30] Shao A., Hathcock J.N.: Risk assessment for the carotenoids lutein and lycopene. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, 2006, 45, 289-298.
- [31] Sulich A., Hamulka J., Nogal D.: Dietary sources of lutein in adults suffering eye disease (AMD/Cataracts). *Rocz. PZH*, 2015, 66 (1), 55-60.
- [32] Vishwanathan R., Iannaccone A., Scott T.M., Kritchevsky S.B., Jennings B.J., Carboni G., Forma G., Satterfield S., Harris T., Johnson K.C., Schalch W., Renzi L.M., Rosano C., Johnson E.J.: Macular pigment optical density is related to cognitive function in older people. *Age Ageing*, 2014, 43 (2), 271-275.

- [33] Yoshida H., Yanai H., Ito K., Tomono Y., Koikeda T., Tsukahara H., Tada N.: Administration of natural astaxanthin increases serum HDL-cholesterol and adiponectin in subjects with mild hyperlipidemia. *Atherosclerosis*, 2010, 209 (2), 520-523.
- [34] Zaripheh S., Erdman J.W.: Factors that influence the bioavailability of xanthophylls. *J. Nutr.*, 2002, 132 (3), 531S-534S.
- [35] Zielińska M.A., Wesołowska A., Pawlus B., Hamułka J.: Health effects of carotenoids during pregnancy and lactation. *Nutrients*, 2017, 9, 1-25.

ASSESSMENT OF AVAILABILITY AND COMPOSITION OF DIETARY SUPPLEMENTS CONTAINING XANTHOPHYLLS – LUTEIN, ZEAXANTHIN AND ASTAXANTHIN

S u m m a r y

Lutein, zeaxanthin and astaxanthin are classified as xanthophylls, viz. hydroxyl derivatives of carotenes, which are compounds showing strong health-promoting properties. They affect proper functioning of many internal systems and organs. Human body is not able to synthesize the above mentioned xanthophylls and their intake with food is relatively low, therefore the range of dietary supplements with those compounds keeps developing and shortage thereof may be replenished.

The objective of the research study was to review dietary supplements containing lutein, zeaxanthin and astaxanthin, that were available in the Polish market in a period from 5th July to 31st October 2019. The profile of dietary supplements was developed on the basis of information on the packets, in the leaflets attached to those packets and on information on the websites of pharmacies, herbal stores and nutrients-selling stores. Within the period studied 233 dietary supplements were found: 72 with lutein, 2 with zeaxanthin, 42 with astaxanthin, 105 with lutein and zeaxanthin, 6 with lutein and astaxanthin and 6 with all three carotenoids. In a recommended daily dose, the content of the compounds discussed depended, first of all, on the indications for use of the preparations and it ranged 0.02 ÷ 40 mg as for lutein, 0.032 ÷ 9 mg as for zeaxanthin and 0.005 ÷ 40 mg as for astaxanthin. The dietary supplements containing lutein (62 % of preparations) and zeaxanthin (84 % of preparations) were intended to ensure proper vision. In the case of preparations with astaxanthin, their comprehensive effect was pointed out and they were recommended for use in persons with cardiovascular diseases (28 % for each).

Key words: dietary supplements, xanthophylls, lutein, zeaxanthin, astaxanthin, content in supplements, availability on the Polish market ☒

BARTŁOMIEJ RUDA, ANNA OKOŃ, MONIKA TRZĄSKOWSKA,
PIOTR SZYMAŃSKI, ZBIGNIEW J. DOLATOWSKI

WPLYW MIEJSCA POZYSKANIA DREWNA NA JAKOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO ZDROWOTNE KIELBAS WĘDZONYCH

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu miejsca pozyskania drewna na zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych oraz na jakość produktów mięsnych tradycyjnie wędzonych, badanych bezpośrednio po wyprodukowaniu i po 14 dniach przechowywania.

Materiałem doświadczalnym była modelowa kielbasa z mięsa wieprzowego, wędzona w tradycyjnej wędzarni w dwóch wariantach. W pierwszym wariancie do wędzenia użyto drewna pozyskanego z terenów ekologicznych, natomiast w drugim – z terenów uprzemysłowionych. Oznaczenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) wykonano za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD). W badaniach określono również właściwości fizykochemiczne, sensoryczne oraz jakość mikrobiologiczną kielbas.

W badaniach wykazano, że stężenie benzo[a]pirenu oraz sumy 4WWA (benzo[a]pirenu, benzo[a]antracenu, benzo[b]fluorantenu i chryzenu) w kielbasie, bezpośrednio po wędzeniu drewnem pozyskanym z obszarów ekologicznych, nie przekraczało maksymalnych dopuszczalnych stężeń i wynosiło 0,97 µg/kg, a suma 4WWA – 8,05 µg/kg. Średnia zawartość benzo[a]pirenu w kielbasie wędzonej drewnem pozyskanym z terenów uprzemysłowionych, bezpośrednio po wyprodukowaniu, wynosiła natomiast 2,41 µg/kg, a suma 4WWA – 14,87 µg/kg. Produkt taki, według wytycznych Rozporządzenia Komisji Unii Europejskiej (UE) nr 835/2011, nie powinien być spożywany przez człowieka. Stwierdzono, że kielbasa wędzona drewnem ekologicznym charakteryzowała się istotnie niższym poziomem badanych związków po 14 dniach przechowywania i nie przekraczała dopuszczalnych zawartości. Po uwzględnieniu dopuszczalnego maksymalnego poziomu sumy 4WWA oraz benzo[a]pirenu w badanych kielbasach stwierdzono, że zawartość WWA w produktach mięsnych zależy od miejsca pozyskania drewna użytego podczas procesu wędzenia.

Słowa kluczowe: produkty mięsne, wędzenie tradycyjne, drewno, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), bezpieczeństwo zdrowotne

Mgr inż. B. Ruda, Zakład Mięсны „Jasiółka” w Dukli, ul. Nadbrzeżna 1, 38-450 Dukla, dr inż. A. Okoń, dr inż. P. Szymański, prof. dr hab. Z. J. Dolatowski, Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. W. Dąbrowskiego w Warszawie, ul. Jubilerska 4, dr hab. inż. M. Trzaskowska, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa. Kontakt: ruda.bartlomiej@gmail.com

Wprowadzenie

Wędzenie jest specyficznym rodzajem obróbki cieplnej, w której żywność poddawana jest działaniu ciepła i związków chemicznych zawartych w dymie wędzarniczym. W wędzeniu tradycyjnym dym oraz ciepło wytwarzane są podczas pirolizy drewna w procesie żarowym [5]. Składniki termicznego rozkładu drewna dostają się na powierzchnię produktu poprzez unoszenie się z ciepłym powietrzem. Reagują one ze składnikami produktów żywnościowych, tworząc charakterystyczną barwę i nadając typowy smak oraz aromat. Dym zawiera ponad 8000 różnych substancji, a do najważniejszych z nich należą: fenole, karbonyle, kwasy organiczne, furany, alkohole, estry, laktony oraz węglowodory wielocykliczne [7]. Na ilość i skład dymu wędzarniczego wpływa kilka czynników, m.in. temperatura procesu pirolizy, wilgotność oraz gatunek drzew, z których pozyskano materiał do spalania, zawartość kory lub jej brak oraz metoda wytwarzania dymu [6, 7]. Oprócz substancji korzystnie wpływających na wygląd i walory sensoryczne produktu, podczas wędzenia powstają również substancje niepożądane. W procesie pirolizy drewna, zwłaszcza powyżej temp. 425 °C, powstają wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Wykrywalne ilości tych związków mogą powstawać już w temp. 400 °C, jednak większe stężenia najbardziej szkodliwych związków, w tym benzo[a]pirenu, obserwuje się podczas spalania drewna w temp. powyżej 500 °C. Istotne jest zatem kontrolowanie temperatury spalania w palenisku, jak również odpowiedni dobór drewna do procesu wędzenia [5].

Rodzaj użytego drewna jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o jakości produktu wędzonego tradycyjnie. Właściwości i zawartość składników dymu uwarunkowane są gatunkiem i wilgotnością drewna [2]. W badaniach nad wpływem gatunku drewna na jakość i zawartość WWA w wędzonych wyrobach mięsnych Malarrut i Vangnai [10] zaobserwowali najmniejszą całkowitą zawartość WWA w kielbasie wędzonej zrębkami akacjowymi. Produkty wędzone w taki sposób charakteryzowały się jednak niską jakością sensoryczną [10]. Zadowolające wyniki autorzy uzyskali po wędzeniu zrębkami miodli indyjskiej. Stwierdzili, że drewno to mogłoby być tanią alternatywą dla zrębków bukowych, gdyby występowało w naszym klimacie. Stumpe-Viksna i wsp. [26] porównali zawartość WWA w mięsie wędzonym dziesięcioma gatunkami drewna oraz węglem drzewnym. Największą ogólną zawartość WWA stwierdzili w mięsie wędzonym świerkiem, natomiast najmniejszą – w mięsie wędzonym drewnem z jabłoni oraz olchy. Wymienieni autorzy zaznaczyli, że wybór drewna do wędzenia jest jednym z parametrów krytycznych, niezbędnym w celu zmniejszenia zanieczyszczeń w produktach mięsnych. Vasilev i wsp. [27] dowiedli, że zawartość benzo[a]pirenu (BaP) i innych związków z grupy WWA zależy od typu produktu mięsnego, rodzaju użytej osłonki oraz od zawartości tłuszczu w badanym produkcie. Z kolei Bhuyan i wsp. [3] oraz Kubiak i Polak-Śliwińska [8] porównali wpływ metody wędzenia na zawartość WWA w produktach mięsnych. Wspólny wniosek z tych badań

jest taki, że w przemysłowej metodzie wędzenia powstaje mniej zanieczyszczeń, gdyż temperatura pirolizy może być kontrolowana, a do wytwarzania dymu wykorzystuje się zrębki wędzarnicze. W tradycyjnej metodzie wędzenia piroliza drewna polega na spalaniu szczap drewna w palenisku, proces jest spontaniczny i trudno go kontrolować. Można jedynie regulować dopływ powietrza do paleniska [3, 8]. Początkowo w przepisach Unii Europejskiej jako marker WWA przyjęto jedynie benzo[a]piren. Wykazano jednak, że jeden związek jako marker całej grupy WWA nie jest wystarczający, dlatego Rozporządzeniem nr 835/2011 wprowadzono kontrolę sumy benzo[a]pirenu, benzo[a]antracenu, benzo[b]fluorantenu i chryzenu jako wskaźnika zanieczyszczenia produktów mięsnych wędzonych związkami WWA [22]. Jednym z czynników wpływających na zawartość WWA w produktach mięsnych wędzonych tradycyjnie może być lokalizacja pozyskania drewna do wędzenia. Wieczorek i wsp. [29] w badaniach nad zawartością wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w pyłe PM₁₀ wykazali, po uwzględnieniu średniego stężenia pyłu PM₁₀ w powietrzu atmosferycznym, że średnioroczne stężenie BaP było 2,5-krotnie wyższe od przyjętego w Dyrektywie 2015/1480/WE poziomu, który wynosi $1 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$. Stwierdzili również, że maksymalne stężenia BaP w miastach wyniosły $7 \div 26 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$, natomiast na obszarach wiejskich – $2 \div 3 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$. Ze względu na różny stopień zanieczyszczenia surowca drzewnego miejsce pozyskania surowca może być ważnym elementem bezpieczeństwa w procesie wędzenia. W dostępnej literaturze krajowej brak jest jednak wyników badań nad wpływem miejsca pozyskania drewna na zawartość WWA w produktach mięsnych.

Celem pracy była ocena wpływu miejsca pozyskania drewna (z terenów ekologicznych i uprzemysłowionych) zastosowanego w procesie wędzenia tradycyjnego na zawartość WWA, cechy fizykochemiczne oraz jakość mikrobiologiczną i sensoryczną modelowej kielbasy wędzonej.

Materiał i metody badań

Drewno użyte do badań pochodziło z dwóch miejsc: z terenów ekologicznych – zwane dalej drewnem ekologicznym oraz z terenów uprzemysłowionych – zwane dalej drewnem konwencjonalnym. Drewno ekologiczne pozyskano z lasów o prawidłowej gospodarce zgodnej ze standardami organizacji FSC (Forest Stewardship Council) oraz kryteriami i wskaźnikami normy zrównoważonej gospodarki leśnej (PEFC) z firmy MONROL Sp. z o.o. W obydwu wariantach zachowane zostały zbliżone warunki przygotowania drewna. Zostało ono ścięte w jednakowym okresie (na przełomie stycznia i lutego), a następnie podzielone na szczapy jednakowej wielkości, o długości ok. 30 cm i zbliżonej średnicy. Drewno było sezonowane i suszone na wolnym powietrzu w naturalnych warunkach przez 14 miesięcy. W każdym z wariantów użyto takiej sa-

mej ilości drewna dwóch gatunków: buka i olchy o wilgotności względnej wynoszącej $15 \div 18 \%$.

Przedmiotem badań była cienka kielbasa wieprzowa, której skład surowcowy stanowiły: szynka – 39 %, karkówka – 20 %, łopatka – 20 %, słonina – 19 % oraz przyprawy – 2 %. Surowców mięsnych nie peklowano. Rozdrabniano je w wilku przy użyciu siatki o średnicy oczek 3 mm (łopatka) oraz 5 mm (pozostałe surowce), następnie mieszano razem z przyprawami. Przygotowanym farszem nadziewano naturalne osłonki wieprzowe o średnicy $26 \div 28$ mm. Modelową kielbasę wieprzową wytworzono i poddano wędzeniu w Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu w specjalnie skonstruowanej wędzarni tradycyjnej, w której jest możliwość sterowania parametrami procesu obróbki cieplnej i wędzenia. Proces obróbki cieplnej rozpoczynano od suszenia w temp. 45°C , w ciągu 50 min. Wędzenie właściwe prowadzono w tradycyjnej wędzarni z bocznym paleniskiem, opalanej drewnem olchy. Trwało ono 30 min i podczas tego etapu temperatura w palenisku nie przekraczała 100°C , a wewnątrz komory utrzymywała się w granicach $40 \div 45^\circ\text{C}$. Następnie przeprowadzano pieczenie, które trwało 120 min, używano w nim szczap buka. W trakcie pieczenia temperatura w palenisku utrzymywała się na poziomie $300 \div 350^\circ\text{C}$, przy czym zaobserwowano kilkuminutowy skok temperatury powyżej 400°C , jednak nie przekraczała ona 450°C . Wewnątrz komory temperatura stopniowo wzrastała i po 90 min osiągnęła 100°C , utrzymując się na tym poziomie do końca procesu. W pierwszym wariantcie badawczym drewno używane do obróbki cieplnej pochodziło z terenów ekologicznych, natomiast w drugim – z terenów uprzemysłowionych. Po zakończeniu procesu obróbki termicznej i schłodzeniu produktów pobierano próby do badań według Rozporządzenia Komisji (WE) nr 836/2011 [24]. Następnie kielbasy pakowano próżniowo w woreczki barierowe PA/PE $70\ \mu\text{m}$ i przechowywano 14 dni w temp. 5°C , po czym ponownie wykonywano oznaczenia.

W próbkach oznaczano zawartość benzo[a]pirenu, benzo[a]antracenu, benzo[b]fluorantenu i chryzenu za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD). Ocena sensoryczna została przeprowadzona za pomocą metody ilościowej analizy opisowej – QDA, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 13299:2016 [13], przez 10-osobowy przeszkolony zespół oceniających. Ocena mikrobiologiczna polegała na oznaczeniu ogólnej liczby mikroorganizmów tlenowych zgodnie z normą PN-EN ISO 4833:2004 [14], liczby bakterii fermentacji mlekowej według PN-ISO 15214:2002 [17] i wykrywaniu obecności *Listeria monocytogenes* zgodnie z normą PN-EN ISO 11290-1:2017-07 [12] oraz *Salmonella* sp. według PN-EN ISO 6579-1:2017-04 [20]. W próbkach oznaczano również: potencjał oksydacyjno-redukcyjny (ORP) metodą, którą opisali Nam i Ahn [11] oraz kwasowość ogólną zgodnie z PN-ISO 2917:2001 [19]. Próbki do oznaczania ORP i pH przygotowywano poprzez homogenizowanie 10 g rozdrobnionego produktu zmiesza-

nego z 50 cm³ wody destylowanej. Pomiar pH wykonywano przy użyciu pH-metru cyfrowego (Mettler Toledo, Greifensee, Szwajcaria) i elektrody InLab Cool (Seven Compact S220, Mettler Toledo, Greifensee, Szwajcaria), natomiast potencjał oksydacyjno-redukcyjny określano przy użyciu elektrody InLab Redox Pro z zastosowaniem cyfrowego pH-konduktometru (Seven Compact S220, Mettler Toledo, Greifensee, Szwajcaria). Oznaczano podstawowy skład chemiczny produktów:

- zawartość tłuszczu wolnego za pomocą ekstrakcji techniką Soxhleta według PN-ISO 1444:2000 [16],
- zawartość chlorków metodą potencjometryczną według PN-ISO 1841-2:2002 [18],
- zawartość wody metodą ekstrakcyjną według PN-ISO 1442:2000 [15],
- zawartość białka metodą Kjeldahla.

Przeprowadzono statystyczną analizę wyników. Obliczono wartości średnie oraz odchylenia standardowe. Otrzymane wyniki poddano jednoczynnikowej oraz dwuczynnikowej (czas przechowywania i rodzaj użytego drewna) analizie wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi określano testem Tukeya przy $p < 0,05$. Obliczenia wykonano w programie Statistica 13.0 (StatSoft Polska, Kraków).

Wyniki i dyskusja

Parametry obróbki cieplnej kielbas (temperatura paleniska, temperatura komory i czas procesu) były zbliżone i nie miały wpływu na ich wydajność, a tym samym na zawartość poszczególnych składników odżywczych. Zawartość białka w badanych kielbasach wynosiła ok. 19 %, tłuszczu – ok. 25 %, wody – ok. 52 %, a chlorku sodu – ok. 1,9 % (tab. 1).

Wykazano statystycznie istotny ($p < 0,05$) wpływ miejsca pozyskania drewna na kwasowość kielbas wędzonych (tab. 1). Próbką kielbasy wędzonej drewnem ekologicznym charakteryzowała się istotnie niższą wartością pH (5,75) w porównaniu z próbką wędzoną drewnem konwencjonalnym (5,84). Dolata [4] dowiódł wpływu gatunków drewna, z którego wytworzono dym wędzarniczy, na wartość pH wyprodukowanych kielbas, zaobserwował również istotną różnicę pod względem zawartości fenoli w gotowym wyrobie wędzonym różnymi gatunkami drewna. Można więc wnioskować, że skład drewna istotnie wpływa na wartość pH kielbas wędzonych.

Po 14 dniach chłodniczego przechowywania wyższą kwasowością charakteryzowała się próbka KK (5,61) niż próbka KE (5,70). Węsierska [28] zaobserwowała znaczący wzrost pH w kielbasach homogenizowanych po 14 dniach przechowywania. Bezpośrednio po wyprodukowaniu kielbas wartość pH wynosiła 5,95, natomiast po 14 dniach przechowywania w temp. 4 - 6 °C wzrosła do pH 6,7 [28].

Tabela 1. Wartości parametru pH, potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) oraz podstawowego składu chemicznego kielbas wędzonych bezpośrednio po wyprodukowaniu oraz po 14 dniach przechowywania

Table 1. Values of pH parameter, oxidation-reduction potential (ORP) and basic chemical composition of smoked sausages directly after production and after 14 days of storage

Parametr Parameter	Próba / Sample			
	KK		KE	
	0 dni / 0 days	14 dni / 14 days	0 dni / 0 days	14 dni / 14 days
pH	5,84 ^{bB} ± 0,00	5,61 ^{aA} ± 0,01	5,75 ^{aA} ± 0,01	5,70 ^{bB} ± 0,02
ORP	306,00 ^{aB} ± 0,36	391,20 ^{bA} ± 1,67	316,00 ^{bA} ± 1,62	373,40 ^{aB} ± 3,59
Zawartość wody Water content [%]	52,00 ^{aA} ± 0,60		52,05 ^{aA} ± 0,15	
Zawartość białka Protein content [%]	19,25 ^{aA} ± 0,15		18,25 ^{aA} ± 0,05	
Zawartość tłuszczu Fat content [%]	24,75 ^{aA} ± 0,65		25,55 ^{aA} ± 0,75	
Zawartość NaCl NaCl content [%]	1,80 ^{aA} ± 0,00		1,93 ^{aA} ± 0,00	

Objaśnienia / Explanatory notes:

KK – kielbasa wędzona drewnem konwencjonalnym (pochodzącym z terenów uprzemysłowionych) / sausage smoked with conventional wood (derived from industrialized areas), KE – kielbasa wędzona drewnem ekologicznym (pochodzącym z terenów ekologicznych) / sausage smoked with ecological wood (derived from ecological areas). W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; a, b – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie ze względu na rodzaj produktu ($p < 0,05$) / mean values in rows denoted by different small letters differ statistically significantly due to the type of product ($p < 0,05$); A, B – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi dużymi literami różnią się statystycznie istotnie ze względu na czas przechowywania ($p < 0,05$) / mean values in rows denoted by different capital letters differ statistically significantly due to the storage time ($p < 0,05$).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) w mięsie zależy od stężenia obecnych w nim utleniaczy i reduktorów. Im więcej w mięsie jest utleniaczy, tym większe są wartości ORP, a gdy przeważa stężenie reduktorów – wartości ORP są mniejsze. Obecność endo- i egzogennych reduktorów w mięsie odgrywa znaczącą rolę w przekształcaniu formy utlenionej mioglobiny (metmioglobiny) w formę zredukowaną. W badaniach ORP wykonanych bezpośrednio po wyprodukowaniu kielbas wykazano, że próba KE osiągnęła istotnie ($p < 0,05$) wyższą wartość potencjału redox (316,0 mV) w porównaniu z próbą KK (306,0 mV). Po 14 dniach chłodniczego przechowywania stwierdzono istotny wzrost wartości ORP w badanych wyrobach. Obserwowano istotnie niższą wartość potencjału redox w próbce KE (373,40 mV) w porównaniu z próbą KK (391,20 mV) – tab. 1.

Po przeanalizowaniu jakości mikrobiologicznej kielbas, w produkcie wędzonym drewnem konwencjonalnym stwierdzono statystycznie istotnie większą ogólną liczbę

drobnoustrojów w porównaniu z kielbasą wędzoną drewnem ekologicznym ($p < 0,05$). Liczba bakterii fermentacji mlekowej (LAB) bezpośrednio po wytworzeniu w obydwu rodzajach kielbas kształtowała się na zbliżonym poziomie $2,7 \div 2,8 \log \text{ jtk/g}$ ($p > 0,05$). Czas przechowywania nie wpłynął istotnie na zmianę liczby grup mikroorganizmów ($p > 0,05$) z wyjątkiem LAB w kielbasie wędzonej drewnem konwencjonalnym, w której zaobserwowano zmniejszenie populacji tych mikroorganizmów ($p < 0,05$). W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono natomiast obecności bakterii chorobotwórczych, takich jak *Listeria monocytogenes* czy *Salmonella* sp. (tab. 2).

Tabela 2. Jakość mikrobiologiczna kielbas wędzonych bezpośrednio po wyprodukowaniu oraz po 14 dniach przechowywania

Table 2. Microbiological quality of smoked sausages directly after production and after 14 days of storage

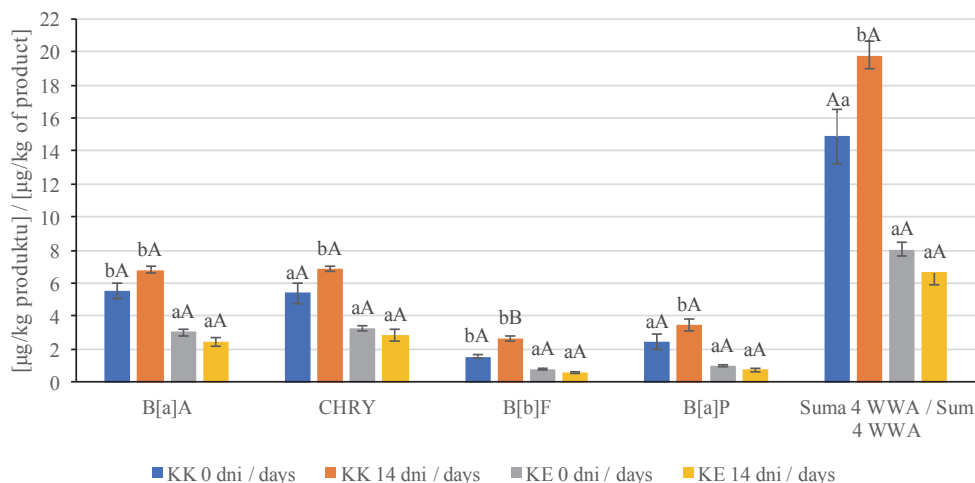
Próba Sample	Liczba komórek [log jtk/g] Number of cells [log cfu/g]				Bakterie obecne/nieobecne w 25 g produktu Bacteria present/absent in 25 g of product			
	OLD		LAB		<i>Listeria</i>		<i>Salmonella</i>	
	0 dni 0 days	14 dni 14 days	0 dni 0 days	14 dni 14 days	0 dni 0 days	14 dni 14 days	0 dni 0 days	14 dni 14 days
KK	5,98 ^{aA}	6,09 ^{aA}	2,74 ^{aA}	2,54 ^{aB}	nb	nb	nb	nb
KE	5,05 ^{bA}	5,09 ^{bA}	2,85 ^{aA}	2,93 ^{bA}	nb	nb	nb	nb

Objaśnienia / Explanatory notes:

Objaśnienia symboli prób jak pod tab. 1. / Meanings of sample symbols as in Tab. 1. OLD – ogólna liczba drobnoustrojów / total viable number of microorganisms, LAB – bakterie fermentacji mlekowej / lactic acid bacteria, nb – nieobecne / absent; a, b – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie ze względu na rodzaj produktu ($p < 0,05$) / mean values in columns denoted by different small letters differ statistically significantly due to the type of product ($p < 0,05$); A, B – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi dużymi literami różnią się statystycznie istotnie ze względu na czas przechowywania ($p < 0,05$) / mean values in rows denoted by different capital letters differ statistically significantly due to the storage time ($p < 0,05$).

W ocenie poziomu WWA stwierdzono, że zawartość benzo[a]pirenu w kielbasach wędzonych drewnem konwencjonalnym była istotnie większa ($p < 0,05$) niż w produktach wędzonych drewnem ekologicznym. Tendencję tę zaobserwowano w kielbasach zarówno po ich wyprodukowaniu, jak i po przechowywaniu. W próbce wędzonej drewnem pochodzącym z terenów ekologicznych nie stwierdzono większej zawartości benzo[a]pirenu, benzo[a]antracenu, chryzenu, benzo[b]fluorantenu oraz sumy 4WWA od najwyższych dopuszczalnych poziomów tych zanieczyszczeń, które zgodnie z Rozporządzeniem WE Nr 853/2011 [22] wynoszą w przypadku benzo[a]pirenu $2 \mu\text{g/kg}$, a sumy 4WWA – $12 \mu\text{g/kg}$. Średnią zawartość poszczególnych badanych węglowodórów policyklicznych oraz sumy 4WWA przedstawiono na rys. 1. Bezpośrednio po wyprodukowaniu średnia zawartość benzo[a]pirenu w kielbasie wędzonej drewnem ekologicznym była o połowę mniejsza niż przewiduje obowiązująca norma, natomiast

w kielbasie wędzonej drewnem pochodzącym z terenów uprzemysłowionych (tzw. drewnem konwencjonalnym) wynosiła 2,41 $\mu\text{g/kg}$, czyli była na granicy najwyższego dopuszczalnego poziomu. Z kolei suma 4WWA w tym drugim wyrobie wynosiła 14,87 $\mu\text{g/kg}$ i nieznacznie przekraczała ustalony najwyższy dopuszczalny poziom tych związków. W pierwszym okresie badań kielbasa wędzona drewnem konwencjonalnym charakteryzowała się największą zawartością benzo[a]antracenu – 5,50 $\mu\text{g/kg}$, nieznacznie mniejszą chryzenu – 5,415 $\mu\text{g/kg}$ i zawierała najmniej benzo[b]fluorantenu – 1,55 $\mu\text{g/kg}$. W kielbasie wędzonej drewnem konwencjonalnym po 14 dniach przechowywania zawartość benzo[a]pirenu i sumy 4WWA wynosiły odpowiednio [$\mu\text{g/kg}$]: 3,47 i 19,79. Różnice zawartości WWA po wyprodukowaniu kielbas i po ich przechowywaniu mogą być spowodowane tym, że próbki do badań bezpośrednio po produkcji oraz po przechowywaniu były pobierane losowo z całkowitej partii produkcyjnej.



Objaśnienia / Explanatory notes:

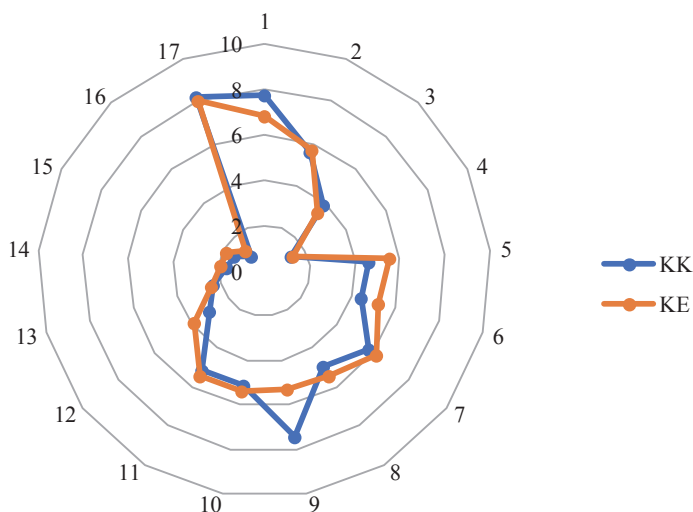
Objaśnienia symboli prób jak pod tab. 1. / Meanings of sample symbols as in Tab. 1. B[a]A – benzo[a]antracen / benzo[a]anthracene, CHRY – chryzen / chrysene, B[b]F – benzo[b]fluoranten / benzo[b]fluoranthene, B[a]P – benzo[a]piren / benzo[a]pyrene. Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) i odchylenia standardowe (w postaci odcinków) / Figure shows mean values (bars) and standard deviations (line segments); a, b – wartości średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie ze względu na rodzaj produktu ($p < 0,05$) / mean values denoted by different small letters differ statistically significantly due to the type of product ($p < 0.05$); A, B – wartości średnie oznaczone różnymi dużymi literami różnią się statystycznie istotnie ze względu na czas przechowywania ($p < 0,05$) / mean values denoted by different capital letters differ statistically significantly due to the storage time ($p < 0.05$).

Rys. 1. Średnia zawartość WWA w kielbasach wędzonych drewnem ekologicznym i konwencjonalnym po wyprodukowaniu oraz po 14 dniach przechowywania

Fig. 1. Average PAH content in sausages smoked with ecological and traditional wood after production and after 14 days of storage

W badaniach WWA w kielbasach wędzonych tradycyjnie Stanisławek i wsp. [25] otrzymali zawartość benzo[a]pirenu w przedziale $1,2 \div 5 \mu\text{g/kg}$. Zaobserwowali również, że poziom skażenia związkami WWA kielbas wędzonych tradycyjnie jest znacznie wyższy od wartości dopuszczalnych i należałoby podjąć działania w kierunku zmniejszenia ich zawartości w produktach mięsnych [25]. Kubiak [9] natomiast badał produkty wędzone zrębkami bukowymi w warunkach przemysłowych, w komorze elektrycznej z dymogeneratorem żarowym i wykazał, że średnia zawartość benzo[a]pirenu zależała od rodzaju kielbasy i wynosiła $3,91 \div 4,12 \mu\text{g/kg}$. Produkty te spełniały dawne normy zawartości benzo[a]pirenu (do $5 \mu\text{g/kg}$), a obecnie nie odpowiadają obowiązującemu dopuszczalnemu poziomowi ustalonym w Rozporządzeniu Komisji (UE) Nr 835/2011 (do $2 \mu\text{g/kg}$) [9, 22].

W wyniku przeprowadzonej analizy sensorycznej kielbas wędzonych dwoma rodzajami drewna stwierdzono porównywalną, wysoką jakość ogólną, która wynosiła średnio 8 j.u. bezpośrednio po ich wyprodukowaniu (rys. 2).



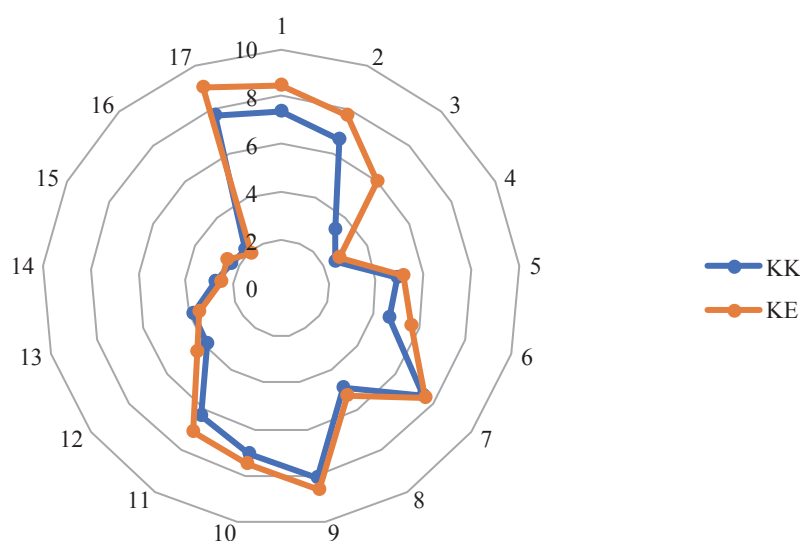
Objaśnienia / Explanatory notes:

Objaśnienia symboli prób jak pod tab. 1. / Meanings of sample symbols as in Tab. 1. Cechy / Features: 1 – zapach wędzonego mięsa / smell of smoked meat, 2 – zapach suszonego mięsa / smell of dried meat, 3 – zapach ostry / spicy smell, 4 – zapach inny / other smell, 5 – ton barwy / shade of colour, 6 – jednolitość barwy / uniformity of colour, 7 – soczystość / juiciness, 8 – rozdrobnienie / granularity, 9 – smak wędzonego mięsa / flavour of smoked meat, 10 – smak suszonego mięsa / flavour of dried meat, 11 – smak słony / salty flavour, 12 – smak ostry / spicy flavour, 13 – smak kwaśny / sour flavour, 14 – smak gorzki / bitter flavour, 15 – smak przechowalniczy / storage flavour, 16 – smak inny / other flavour, 17 – jakość ogólna / overall quality; n = 16; Skala / Scale: 0 - 10 jednostek umownych [j.u.] / 0 - 10 conventional units [c.u.].

Rys. 2. Wyniki analizy sensorycznej kielbas wędzonych drewnem konwencjonalnym i ekologicznym po wyprodukowaniu

Fig. 2. Results of sensory analysis of sausages smoked with ecological and traditional wood after production

Bezpośrednio po wyprodukowaniu w kielbasie wędzonej drewnem konwencjonalnym bardziej intensywny był zapach i smak wędzonego mięsa niż w kielbasie wędzonej drewnem ekologicznym ($p < 0,05$). Natomiast większą jednolitością barwy charakteryzowały się kielbasy wędzone drewnem ekologicznym, podobnie ton barwy był istotnie różny od próby KK ($p < 0,05$). Intensywność smaku wędzonego mięsa próby KK wynosiła ok. 8 j.u. i różniła się statystycznie istotnie od próby KE (rys. 2).



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

Rys. 3. Wyniki analizy sensorycznej kielbas wędzonych drewnem konwencjonalnym i ekologicznym po 14 dniach przechowywania

Fig. 3. Results of sensory analysis of sausages smoked with ecological and traditional wood after 14 days of storage

Przechowywanie badanych kielbas przez 14 dni w warunkach chłodniczych istotnie wpłynęło na intensywność wybranych wyróżników jakości sensorycznej ($p < 0,05$). Zaobserwowano zwiększenie intensywności zapachu wędzonego i suszonego mięsa oraz zapachu ostrego próby KE w porównaniu z próbą KK ($p < 0,05$). Ponadto intensywność smaku wędzonego i suszonego mięsa, smaku słonego i ostrego były większe w próbie KE ($p < 0,05$). Jakość ogólna kielbasy wędzonej drewnem ekologicznym została oceniona na blisko 9 j.u. ($p < 0,05$), co świadczy o bardzo dobrym zharmonizowaniu wyróżników sensorycznych tego produktu (rys. 3).

Wnioski

1. Zawartość benzo[a]pirenu oraz sumy 4 WWA w kielbasie wędzonej drewnem ekologicznym była istotnie mniejsza niż w kielbasie wędzonej drewnem konwencjonalnym.
2. Jakość mikrobiologiczna kielbas wędzonych drewnem konwencjonalnym i ekologicznym była dobra. Po 14 dniach przechowywania nie stwierdzono istotnego wzrostu liczby bakterii tlenowych. Nie stwierdzono obecności bakterii patogennych *Listeria monocytogenes* i *Salmonella* sp.
3. Wartości pH, ORP oraz wyróżniki jakości sensorycznej świadczą o istotnym wpływie miejsca pozyskania drewna użytego do wędzenia na ukształtowanie jakości badanych produktów bezpośrednio po ich wyprodukowaniu, jak i po przechowywaniu.
4. Miejsce pozyskania drewna wpływało na wskaźniki bezpieczeństwa zdrowotnego i właściwości fizykochemiczne oraz sensoryczne produktu mięsnego w procesie wędzenia tradycyjnego. Produkty wędzone drewnem pozyskanym z terenów ekologicznych zawierały mniej WWA.

Badania wykonano w ramach projektu badawczego Nr HOR.re.027.1.2018 finansowanego przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Literatura

- [1] Ahn D.U., Nam K.C., Lee E.J.: Lipid oxidation and flavor. *Appl. Muscle Biology Meat Sci.*, 2009, 12, 227-246.
- [2] Bagnowska A., Mostowski R., Trzaskowska A., Krala L.: Techniczne, technologiczne i zdrowotne aspekty wędzenia mięs. *Acta Sci. Pol., Technica Agraria*, 2011, 10 (1-2), 33-40.
- [3] Bhuyan D., Das A., Laskas S.K., Bora D.P., Tamuli S., Hazarika M.: Effect of different smoking methods on the quality of pork sausages. *Veter. World*, 2018, 11 (12), 1712-1719.
- [4] Dolata W., Piątek M., Piasecki M.: Wpływ rodzaju zrębków wędzarniczych na wybrane cechy jakościowe kielbasy węgierskiej. *Inżynieria Rolnicza*, 2007, 5 (93), 69-74.
- [5] Dolatowski Z.J.: Tradycyjne wędzenie wyrobów mięsnych, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu, Radom 2015.
- [6] Klawitter E., Bafia N.: Wybór metody wytwarzania dymu a ochrona środowiska i jakość wędzonego produktu. *Gospodarka Mięsna*, 2006, 6, 16-20.
- [7] Kołakowski E. (Red.): *Technologia wędzenia żywności*. PWRiL, Warszawa 2012.
- [8] Kubiak M., Polak-Śliwińska M.: The level of chosen polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in meat products smoked by using an industrial and a traditional method. *Pol. J. Natur. Sci.*, 2015, 30 (2), 137-147.
- [9] Kubiak M.S.: Poziom koncentracji zanieczyszczeń z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wybranych wyrobach mięsnych poddanych tradycyjnemu wędzeniu. *Nauka Przyr. Technol.*, 2012, 6 (2), #18.

- [10] Malarut J., Vangnai K.: Influence of wood types on quality and carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) of smoked sausages. *Food Control*, 2018, 85, 98-106.
- [11] Nam K.C., Ahn D.U.: Effects of ascorbic acid and antioxidants on the color of irradiated ground beef. *J. Food Sci.*, 2003, 68 (5), 1686-1690.
- [12] PN-EN ISO 11290-1:2017-07. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby *Listeria monocytogenes* i innych *Listeria* spp. Cz. 1: Metoda wykrywania.
- [13] PN-EN ISO 13299:2016. Analiza sensoryczna. Metodyka. Ogólne wytyczne ustalania profilu sensorycznego.
- [14] PN-EN ISO 4833:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w temperaturze 30 stopni C.
- [15] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
- [16] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [17] PN-ISO 15214:2002. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Metoda płytkowa w temperaturze 30 stopni C.
- [18] PN-ISO 1841-2:2002. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości chlorków. Cz. 2. Metoda potencjonometryczna.
- [19] PN-ISO 2917:2001. Mięso i przetwory mięsne. Pomiar pH (metoda odwoławcza).
- [20] PN-EN ISO 6579-1:2017-04. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania, oznaczania liczby i serotypowania *Salmonella*. Cz. 1: Wykrywanie *Salmonella* spp.
- [21] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1327/2014 z dnia 12 grudnia 2014 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w mięsie wędzonym tradycyjnie i produktach mięsnych wędzonych tradycyjnie oraz w rybach i produktach rybołówstwa wędzonych tradycyjnie. *Dz. U. L* 358, ss. 13-14, z 13.12.2014.
- [22] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 odnośnie do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych. *Dz. U. L* 215, ss. 4-8, z 20.08.2011.
- [23] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. *Dz. U. L* 364, ss. 5-24, z 20.12.2006.
- [24] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 836/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie Komisji (WE) nr 333/2007 ustanawiające metody pobierania próbek i metody analiz do celów urzędowej kontroli poziomów ołowiu, kadmu, rtęci, cyny nieorganicznej, 3-MCPD i benzo[a]pirenu w środkach spożywczych. *Dz. U. L* 215, ss. 9-16, z 20.08.2011.
- [25] Stanisławek M., Miarka D., Ciecierska M., Kowalska J., Majewska E.: Rola Inspekcji Weterynaryjnej w zapewnieniu bezpieczeństwa żywności na przykładzie weryfikacji zawartości WWA. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2016, XLIX (3), 407-411.
- [26] Stumpe-Viksna I., Bartkevics V., Kukare A., Morozovs A.: Polycyclic aromatic hydrocarbons in meat smoked with different types of wood. *Food Chem.*, 2008, 110, 794-797.
- [27] Vasilev D., Glisic M., Jankovic J., Dimitrijevic M., Karabasil N., Suvajdzic B., Teodorovic V.: Perspectives in production of functional meat products. *IOP Conf. Series: Earth Environ. Sci.*, 2017, 85, #012033.
- [28] Węsierska E.: Trwałość mikrobiologiczna homogenizowanych kielbas drobiowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 6 (55), 295-303.
- [29] Wieczorek J., Wieczorek Z., Mozolewski W., Pomianowski J.: Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w pyłe PM₁₀. *Inż. Ap. Chem.*, 2011, 50 (2), 26-27.

EFFECT OF WOOD HARVESTING SITE ON QUALITY AND HEALTH SECURITY OF SMOKED SAUSAGES

S u m m a r y

The objective of the research study was to assess the effect of wood harvesting site on the content of polycyclic aromatic hydrocarbons and the quality of traditionally smoked meat products tested directly after production and after 14 days of storage.

The research material was a model pork sausage smoked in two variants, in a traditional smokehouse. In the first variant the wood used for smoking was harvested from ecological areas, while in the second – from industrialized areas. The PAHs (polycyclic aromatic hydrocarbons) were determined by a high performance liquid chromatography with fluorescence detection (HPLC-FLD). There were also determined physicochemical and sensory properties along with the microbiological quality of sausages.

In the research studies there was shown that the concentration of benzo[a]pyrene and the sum of 4PAHs (benzo[a]pyrene, benzo[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, chrysene) in the sausage, immediately after smoking with wood from ecological areas, did not exceed the maximum allowable concentrations and was 0.97 µg/kg, and the sum of 4 PAHs was 8.05 µg/kg. The average content of benzo[a]pyrene in the sausage, immediately after smoking with wood harvested from industrialized areas, was 2.41 µg/kg and the sum of 4PAHs was 14.87 µg/kg. According to the guidelines of the Commission Regulation of the European Union (EU) No 835/2011, such a product should not be consumed by people. It was found that the sausage smoked with ecological wood was characterised by a significantly lower level of the compounds analysed after 14 days of storage and did not exceed the permissible concentrations. Taking into account the maximum permissible level of the sum of 4PAHs and benzo[a]pyrene in the tested sausages, it has been confirmed that the PAH content in meat products depends on the site of harvesting the wood used during the smoking process.

Key words: meat products, traditional smoking, wood, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), health security ☒

BŁAŻEJ MIELCZAREK, KATARZYNA ŚLIŻEWSKA, TOMASZ P. OLEJNIK

ZASTOSOWANIE ANALIZY STRATEGICZNEJ DO ZMIAN TECHNOLOGICZNYCH W MAŁYM ZAKŁADZIE PIEKARNICZO-CUKIERNICZYM

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu zmieniającego się otoczenia gospodarczego i społecznego na warunki działalności gospodarczej małego zakładu piekarniczo-cukierniczego. W artykule przedstawiono analizę strategiczną przedsiębiorstwa na podstawie wskaźników rachunkowo-zarządczych oraz analizę procesów technologicznych wybranych produktów. Ocenę wskaźnikową wykonano z zastosowaniem macierzy BCG. Skupiono się na najbardziej kosztochłonnych procesach i operacjach jednostkowych produkcji. Wprowadzono zmianę techniczno-technologiczną, tj. zastosowano komorę chłodniczo-garowniczą. Zmiana procesu przygotowania półproduktów wpłynęła na optymalizację procesową i zmianę systemu pracy. Następnie sprawdzono stan mikrobiologiczny wybranych produktów piekarniczych (bułek: kajzerka, wieloziarnista, drożdżowa) po wprowadzeniu zmian technologicznych. Mikroflora bułek była zgodna z przyjętymi normami, nie stwierdzono niepożądanego mikroflory mogącej zanieczyszczać pieczywo, zatem wprowadzone zmiany technologiczne nie miały wpływu na stan mikrobiologiczny bułek. Stwierdzono, że zaproponowane zmiany technologiczne mogą mieć korzystny wpływ na wynik operacyjny i główne wskaźniki ekonomiczne w małym zakładzie piekarniczo-cukierniczym.

Słowa kluczowe: analiza strategiczna, rentowność, zmiany technologii wytwarzania, stan mikrobiologiczny bułek

Wprowadzenie

Pieczywo jest jednym z produktów żywnościowych powszechnie spożywanych w Polsce. Jego spożycie wynika z takich cech, jak: bardzo dobra przyswajalność, duża jednostkowa wartość energetyczna oraz zawartość wielu składników odżywczych, w tym witamin z grupy B. W tab. 1. przedstawiono składniki odżywcze pieczywa oraz jego wartość energetyczną. Pod względem wartości odżywczej najbardziej wartościowo-

*Mgr B. Mielczarek, dr hab. inż. K. Śliżewska, prof. PŁ, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, dr hab. inż. T. P. Olejnik, prof. PŁ, Instytut Technologii i Analizy Żywności, Wydz. Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 171/173, 90-924 Łódź.
Kontakt: katarzyna.slizewska@p.lodz.pl*

we, prozdrowotne jest pieczywo razowe. Pieczywo białe odznacza się mniejszą wartością odżywczą, natomiast większą wartością energetyczną [2, 5]. Dietetycy zalecają spożywanie różnych rodzajów pieczywa, aby zapewnić organizmowi różnorodne składniki odżywcze oraz błonnik. Szczególnie polecane jest pieczywo z dodatkiem pełnych nasion roślin oleistych oraz przypraw, które mogą stanowić dodatkowe źródło witamin, soli mineralnych oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych [4, 8].

Tabela 1. Wartość odżywcza pieczywa

Table 1. Nutritional value of bread products

Produkt / Product [100 g]	Wartość energetyczna Calories [kcal]	Białko Protein [g]	Tłuszcz Fat [g]	Węglowodany Carbohydrates [g]
Bułki grahamki / Graham rolls	198	6,5	1,3	40
Bułki kajzerki / Kaiser rolls	226	5,8	2,6	44,8
Bułki maślane / Butter rolls	252	5,9	4,5	47
Bułki pszenne zwykłe / Common wheat rolls	217	5,8	1,1	45,9
Bułki wrocławskie / Wrocław rolls	226	5,8	2,6	44,8
Chleb graham / Graham bread	198	6,5	1,3	40
Chleb pszenno-żytni / Wheat-rye bread	203	4,6	1,1	43,7
Chleb pszenny razowy Wholemeal wheat bread	198	6,5	1,3	40
Chleb pszenny zwykły / Wheat bread	217	5,8	1,1	45,9
Chleb pumpernikiel / Pumpernickel bread	239	4,9	1,7	51,1
Chleb żytni razowy / Wholemeal rye bread	196	4,7	1,2	41,5

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [13 - 16] / the authors' own study based on [13 - 16]

Tendencje rynkowe w Polsce wskazują na malejący popyt na pieczywo, mimo niezaprzeczalnych jego walorów zdrowotnych. Jest to spowodowane głównie zmianami w stylu życia i preferencji żywieniowych konsumentów. W latach 2002 - 2012 przeciętne miesięczne spożycie pieczywa zmniejszyło się o 29,5 % – do 4,35 kg/osobę (w tym pieczywa mieszanego – o 34,4 %, pszennego – o 11,7 %, a żytniego – o 4,3 %) [18, 19]. W kolejnych latach obserwowano dalsze zmniejszanie spożycia i jak wynika z analizy danych z budżetów gospodarstw domowych GUS w 2018 roku, miesięczne spożycie pieczywa w Polsce zmalało do 3,15 kg/osobę [7]. Dodatkowo zmiana ilości spożycia pieczywa związana jest z dietami eliminującymi gluten.

Jakość wyrobu, obok ceny i poziomu obsługi, jest silnym narzędziem konkurencji rynkowej. Firmy coraz częściej ukierunkowują strategię działania na konsumenta. Jedną z ważniejszych przemian dla producentów pieczywa jest zróżnicowanie oczekiwań konsumentów wobec produktów. Poszukują oni żywności nie tylko o atrakcyjnych cechach (np. jakości, wartości odżywczej czy energetycznej), ale i o dostępności eko-

nomicznej (tj. poziomie ceny, wartości dodanej) czy też walorach etnograficznych (związanych z tradycją i kulturą) [18]. Najważniejszym wskaźnikiem jakości pieczywa dla konsumenta jest świeżość. Oceniana jest na podstawie smaku i zapachu oraz właściwości fizycznych miękiszu i skórki. Miękki i ściśliwy miękisz oraz gładka, twarda i chrupiąca skórka charakteryzuje pieczywo świeże. Dodatkowo smak i zapach pieczywa świeżego są dla konsumenta przyjemne i intensywne. Dla konsumentów kierujących się smakiem ważna jest przyjemność i oryginalność gatunku pieczywa. Zmysł węchu jest najważniejszy w percepcji aromatu żywności, a tym samym odgrywa ogromną rolę w ocenie sensorycznej produktu i w konsekwencji jego jakości. Wrażenia węchowce, niezależnie od istotnego udziału zapachu, ważne są w ocenie smakowości określanej jako odczuwanie bogactwa i różnorodności wrażeń doustnych, specyficznych, polegających na jednoczesnym odbieraniu bodźców smakowych i zapachowych [3].

Branża piekarnicza poszukuje rozwiązań technologicznych ograniczających koszty produkcji, a jednocześnie zmieniających asortyment produktów, aby sprostać oczekiwaniom konsumentów. Dodatkowo zmiany technologiczne w tej branży wymuszane są zmianami na rynku zatrudnienia (w tym rosnące płace minimalne, ograniczona liczba pracowników zainteresowanych pracą w godzinach nocnych). Konieczne jest zatem podejście pozwalające na opracowanie długofalowych rozwiązań w zakresie strategii marketingowych oraz zmian w modelu i technologii wytwarzania pieczywa.

Celem pracy było przeprowadzenie analizy strategicznej w małym zakładzie piekarniczo-cukierniczym w kierunku przeprowadzenia ewentualnych zmian technologicznych.

Materiał i metody badań

Zakład piekarniczo-cukierniczy

Zakład piekarniczo-cukierniczy, w którym przeprowadzono badania, jest małym zakładem działającym na terenie województwa łódzkiego. Asortyment produkcji obejmuje: chleb (15 różnych rodzajów, w tym pszenny, pszenno-żytni, razowy, ziarnisty i wielosmakowy wytwarzany na naturalnym zakwasie według metody 5-fazowej, bez udziału substancji przedłużających trwałość do spożycia), wyroby pszenne (rogale, bagietki oraz bułki – kajzerki, poznańskie, wieloziarniste) i wyroby cukiernicze (drożdżówki, torty, ciasteczka, ciasta).

Powyższy asortyment podzielono na grupy:

- grupa A – 15 rodzajów chleba,
- grupa B – wyroby pszenne 1, w tym bułki poznańskie i kajzerki,
- grupa C – wyroby pszenne 2, w tym bułki wieloziarniste i z posypką, bagietki, rogałe,

- grupa D – wyroby cukiernicze, w tym drożdżówki, torty, ciasta, ciasteczka.

Zakład posiada 10 sklepów firmowych. Wyroby piekarnicze i cukiernicze dostarczane są ponadto do szkół, sklepów detalicznych oraz do sieci sklepów spożywczych. Zakład zatrudnia 45 osób, w tym 30 bezpośrednio w dziale produkcyjnym.

Metody analityczne

W badaniach uwzględniono wskaźniki rachunkowo-zarządcze oraz analizę procesów technologicznych wybranych produktów (m.in. pod względem zachowania wartości odżywczej). Przeprowadzono również analizę mikrobiologiczną wybranych produktów piekarniczych.

Macierz BCG

Zarządzanie strategiczne jest kluczowym procesem informacyjno-decyzyjnym, którego celem jest zapewnienie organizacji długoterminowego przetrwania ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania otoczenia [10]. W skład zarządzania strategicznego wchodzi: zarządzanie ryzykiem, zarządzanie zmianą, rozwojem, ale także formułowanie wizji i misji oraz celów strategicznych. Każdy aspekt przyczynia się do konkretyzowania strategii przedsiębiorstwa [12]. Wybór odpowiedniej strategii przekłada się bezpośrednio na działalność operacyjną przedsiębiorstwa i pośrednio na wynik z działalności gospodarczej.

Plan strategiczny przedsiębiorstwa powinien określać docelowy portfel działalności, czyli produkty i rynki sprzedaży w przyszłości. Zmiana portfela może odbywać się poprzez zwiększenie obrotów, zysków lub poprzez podniesienie konkurencyjności produktów i zmianę modelu działania [17]. Jednym z narzędzi wykorzystywanych na potrzeby analizy działalności przedsiębiorstwa jest macierz BCG [6].

Macierz BCG to metoda stosowana przez przedsiębiorstwa do analizy strategicznej portfolio. Macierz BCG odpowiada na pytania: które produkty w portfolio firmy są produktami rozwojowymi („gwiazdy”), które mają obecnie niski udział w zyskach („znaki zapytania”), a które produkty nie przynoszą perspektyw rozwojowych („psy”). Kluczowe są jednak produkty, które przynoszą nadwyżki finansowe i pozwalają na inwestycje („dojne krowy”). Cechą immanentną metody/macierzy BCG jest przede wszystkim dążenie do obniżenia kosztów poprzez zwiększenie rozmiarów produkcji [1]. Macierz BCG pozwala na ocenę sytuacji oraz nakreślenie koncepcji rozwoju przedsiębiorstwa i stanowi wsparcie przy podejmowaniu działań optymalizacyjnych w zakresie wykorzystania środków finansowych przedsiębiorstwa w długofalowej działalności.

Wskaźniki finansowe

Wskaźniki finansowe, które zastosowano do weryfikacji zakładu, podzielono na kilka grup obejmujących: rentowność sprzedaży, poziom kosztów i efektywność wynagrodzeń. Wskaźniki finansowe obliczano z równań:

- wskaźnik rentowności sprzedaży = $(\text{zysk netto} / \text{wartość sprzedaży netto}) \times 100$
- wskaźnik poziomu kosztów = $(\text{koszty} / \text{przychody}) \times 100$
- wskaźnik efektywności wynagrodzeń = $(\text{przychody ze sprzedaży} / \text{płace}) \times 100$

Analiza mikrobiologiczna

Analizie mikrobiologicznej poddano wyrobione ciasto, ciasto podczas obróbki technologicznej oraz wybrane gotowe produkty piekarnicze, tj. bułki: kajzerki, wieloziarniste i drożdżowe. Metodą płytkową, w trzech powtórzeniach, wykonywano posiewy ilościowe z odpowiednich rozcieńczeń. W analizie zastosowano selektywne podłoża mikrobiologiczne i odpowiednie warunki inkubacji [13]. Oznaczano: ogólną liczbę bakterii (pożywka Plate Count Agar, inkubacja 30 °C, 72 h), ogólną liczbę drożdży i pleśni (Saboraud Dextrose Agar, 30 °C, 5 dni), bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* (Violet Red Bile Dextrose Agar, 37 °C, 48 h), bakterie kwasu mlekowego (MRS, 37 °C, 72 h), drobnoustroje amylolityczne (Agar ze skrobią według Waksmana, 30 °C, 48 h), bakterie z grupy *coli* (Chromocult TBX Agar, 44 °C, 48 h) oraz bakterie z rodzajów *Bacillus* (bulion odżywczy z glukozą, wysiew po szoku cieplnym, 30 °C, 48 h), *Salmonella* (Salmonella Shigella Agar, 37 °C, 48 h), *Listeria* (PALCAM Listeria-Selective Agar, 37 °C, 48 h) [14, 15]. Po inkubacji zliczono kolonie wyrosłe na płytkach, a wynik podano jako jtk/1 lub 25 g próby [16].

Wyniki i dyskusja*Zarządzanie na poziomie organizacji*

Zastosowanie analizy strategicznej w ocenie zmian technologicznych pozwoliło na podjęcie strategicznych decyzji w zakładzie w zakresie produktowym (jakie grupy produktowe będą rozwijane, a jakie nie), w zakresie technologicznym (jakich zmian technologicznych można dokonać przy utrzymaniu, a docelowo przy podwyższeniu wartości odżywczej produktów), w zakresie organizacyjnym (jakich zmian należy dokonać, aby dostosować aspekt organizacyjny do rozwijanych grup produktowych).

Analiza działalności gospodarczej zakładu piekarniczego

Na podstawie danych finansowych zakładu ustalono udział poszczególnych grup produktowych w łącznej wielkości sprzedaży (tab. 2).

Tabela 2. Wielkość sprzedaży grup produktowych w zakładzie piekarniczo-cukierniczym

Table 2. Sales volume of product groups in bread and confectionery bakery

Grupa produktowa Product group	Wielkość sprzedaży Sales volume [zł]		Tempo wzrostu Growth rate [%]	Udział produktów w całkowitej sprzedaży Share of products in total sales [%]	Wielkość sprzedaży Sales volume [zł]		Tempo wzrostu Growth rate [%]	Udział produktów w całkowitej sprzedaży Share of products in total sales [%]
	2016 r.	2017 r.			2017 r.	2018 r.		
A	2 762 347	2 623 016	-5,04	46,21	2 623 016	2 485 000	-5,26	41,07
B	333 840	318 240	-4,67	5,61	318 240	306 072	-3,82	5,06
C	997 920	1 109 592	11,19	19,55	1 109 592	1 138 632	2,62	18,82
D	1 150 920	1 624 947	41,19	28,63	1 624 947	2 121 418	30,55	35,06

Objaśnienia / Explanatory notes:

A – 15 rodzajów chleba / 15 types of bread; B – wyroby pszenne 1 / wheat products 1; C – wyroby pszenne 2 / wheat products 2; D – wyroby cukiernicze / confectionery.

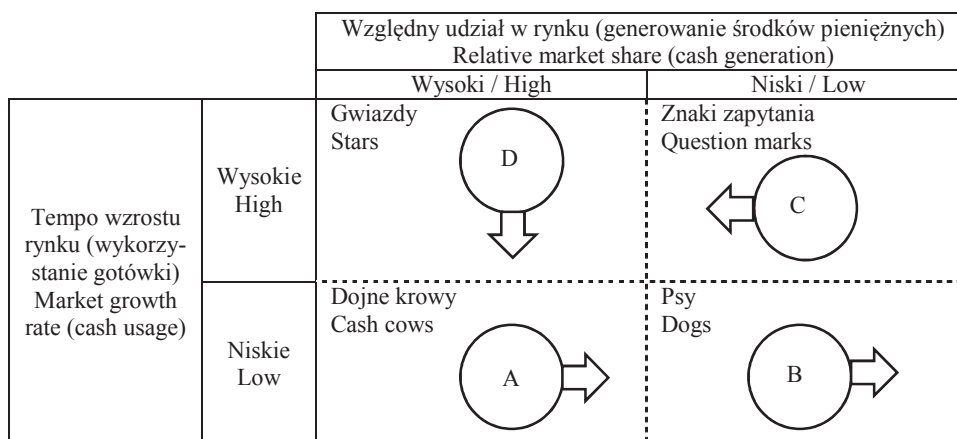
Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z zakładu / the authors' own study based on data obtained from bakery

W latach 2016 - 2017 prawie 50 % udziału w całkowitej sprzedaży zakładu stanowił asortyment A. W roku 2018 udział ten zmniejszył się do 41 %, co wskazuje na malejący trend rynkowy. Trend malejący zaobserwowano również w przypadku wyrobów pszennych z grup B i C. W roku 2018, w porównaniu z rokiem 2016, udział produktów z grup B i C w całkowitej sprzedaży zmalał odpowiednio: z 5,51 % do 5,06 % oraz z 19,55 % do 18,82 %. W tych samych latach nastąpił wzrost udziału ze sprzedaży wyrobów cukierniczych (grupa D) z 28,63 % do 35,06 %.

Na podstawie danych liczbowych dotyczących wielkości sprzedaży opracowano macierz BCG produktów zakładu piekarniczo-cukierniczego (rys. 1). Macierz zawierała grupy produktowe (A - D) wraz z przewidywanymi kierunkami rozwoju.

Położenie grupy produktów w macierzy macierzy BCG wskazywało na długofalowe kierunki zmian w profilu produkcji. Grupa produktowa D (wyroby cukiernicze: drożdżówki, torty, ciasta, ciasteczka) to „gwiazdy” zakładu, które generowały sprzedaż o wartości 2 121 418 zł. Były to produkty rozwojowe i konkurencyjne, które mogły przysporzyć przedsiębiorstwu wysokich dochodów, ale wiązało się to z dużymi inwestycjami. Grupa produktowa C (wyroby pszenne: bułki wielozłaziste i z posypką, bagietki, rogaliki), zwana „znakami zapytania”, charakteryzowała się małym udziałem w obecnych zyskach firmy (wielkość sprzedaży: 1 138 632 zł), ale wsparta inwestycjami mogła osiągnąć poziom „gwiazd”. „Psy” to produkty z grupy B, czyli wyroby pszenne, w tym bułki poznańskie i kajzerki. Produkty te nie wykazywały perspektyw rozwojowych w zakresie wielkości sprzedaży. Zwłaszcza rynek bułek kajzerek był w pełni nasycony i przynosił znikome dochody (sprzedaż o wartości 306 072 zł). Pro-

dukty grupy B stanowiły jedynie uzupełnienie asortymentu firmy, koniecznego przy prowadzeniu własnej sieci sklepów. Wreszcie „dojne krowy” obejmowały produkty z grupy A, o czym decydowała duża liczba sortymentów (piętnaście rodzajów chleba), a tym samym duża możliwość wyboru produktów przez konsumentów. Produkcja chleba przynosiła nadwyżki finansowe (wielkość sprzedaży 2 485 000 zł) i pozwalała na dalsze inwestycje, jak również na rozwój pozostałych obszarów działalności zakładu.



Rys. 1. Macierz BCG zakładu piekarniczo-cukierniczego

Fig. 1. BCG matrix of bread and confectionery bakery

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z zakładu / the authors' own study based on data obtained from bakery

Na podstawie macierzy BCG oceniono sytuację i nakreślono kierunki działania, które umożliwią rozwój przedsiębiorstwa:

- nadwyżkę gotówki, którą zakład uzyskał dzięki „dojnym krowom” należało przeznaczyć na rozwój „znaków zapytania” i dofinansowanie „gwiazd”. Działania te miały na celu umocnienie pozycji „gwiazd” oraz wykreowanie nowych ze „znaków zapytania”,
- wyeliminowanie „znaków zapytania” z niepewnymi perspektywami, aby nie ponosić dalszych kosztów związanych z inwestycjami w ten sortyment,
- ograniczenie produkcji „psów”,
- dbanie o „dojne krowy”, aby przynosiły dochód jak najdłużej.

Kolejny etap analizy obejmował szczegóły sortymentowe każdej z grup produktowych. Wybrano kluczowe produkty rozwojowe (grupa A), które w przyszłości mogą dołączyć do produktów zwiększających udział w rynku. Spośród produktów znajdujących się w tej grupie wybrano bułki drożdżowe oraz bułki wieloziarniste. Wybór ten

wynikał z wielkości sprzedaży – obecna sprzedaż na poziomie 3 000 sztuk bułek drożdżowych i wieloziarnistych stanowi wzrost rok do roku na poziomie ok. 50 %, a zbliżony proces produkcyjny wpływa na ograniczenie jego kosztochłonności. Ze względu na zachowanie ciągłości asortymentu w sklepach firmowych, porównywalny proces produkcji i zbliżony poziom optymalizacji kosztów związanych z produkcją, do grupy A dołączono dodatkowo kajzerki. O decyzji tej zadecydowała dzienna produkcja zakładu wynosząca 16 000 szt. pieczywa, w tym 6 000 szt. chleba i 10 000 szt. bułek: 4 000 szt. bułek kajzerek oraz po 3 000 szt. bułek drożdżowych i wieloziarnistych.

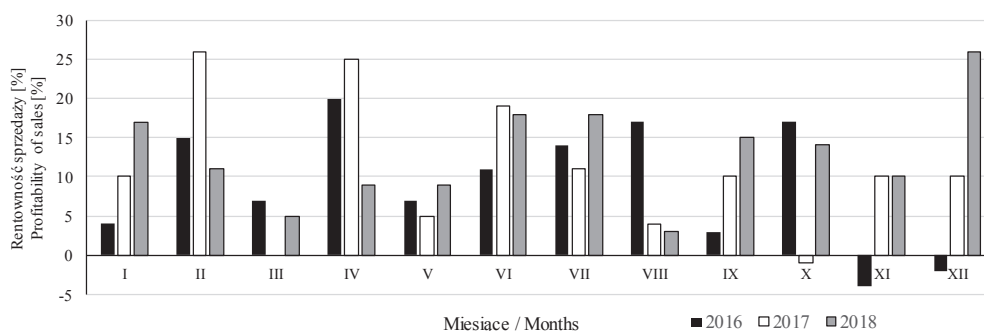
Wskaźniki działalności operacyjnej zakładu

Z macierzy BCG wynikały obszary działań zmierzających do lepszego wykorzystania potencjału zakładu. Do wprowadzenia zmian konieczne było przeprowadzenie analizy wskaźników – mierników działalności. Do zalet analizy wskaźnikowej zalicza się ich stosunkowo dużą różnorodność, co pozwalało stosować je jako mierniki syntetyczne, umożliwiające przedstawienie w pozycji liczbowej porównawczej wielu obszarów działalności organizacji. Dodatkowo łatwość ich obliczania wpływała na możliwość wykorzystania do ich obliczeń ewidencji księgowej (bilans przedsiębiorstwa, miesięczne sprawozdania finansowe itd.). Wskaźniki charakteryzowały się też wadami, do których należało zaliczyć konieczność posłużenia się danymi z przeszłości, zawartymi w informacjach księgowych. Dane do obliczeń wskaźników docierały do audytorów z opóźnieniem. Należało zatem skrócić niezbędny czas obserwacji i kalkulacji wskaźników, wykorzystując ewidencję finansowo-księgową przy wsparciu oprogramowania komputerowego.

Mierniki działalności, które użyto do analizy zakładu, podzielono na kilka grup obejmujących: wskaźniki rentowności (zyskowności), wskaźniki prawności działania, wskaźniki płynności, zadłużenia oraz wskaźniki rynku kapitałowego [9].

Na koniec każdego roku (w analizowanym okresie 2016 - 2018) w zakładzie odnotowywano wzrost rentowności sprzedaży (rys. 2). Grupą produktów wykazującą największą rentowność była Grupa A (piętnaście rodzajów chleba). To grupa, która generowała również największą sprzedaż (tab. 3) – średniomiesięcznie w 2018 r. 207 084 zł. Następnymi grupami wpływającymi na rentowność były odpowiednio grupa D (średniomiesięczna sprzedaż na poziomie 176 785 zł), C (ok. 94 886 zł miesięcznie w 2018 r.) i B (średniomiesięcznie w 2018 r. 25 506 zł). Na uwagę zasługiwały również wahania rentowności sprzedaży w poszczególnych miesiącach spowodowane sezonowością sprzedaży. Rentowność zakładu była ściśle powiązana z temperaturą powietrza, gdyż większość kosztów w zakładzie była stała, tj. koszty wynagrodzeń, mediów, infrastruktury. W związku z tym w przypadku zwiększenia produkcji, zwiększała się rentowność, gdyż koszty stałe pozostawały praktycznie bez zmian. Wzrastały jedynie koszty surowców. Największą rentowność zakład osiągnął w kwietniu 2016 r.,

lutym 2017 r. i w grudniu 2018 r. Powodem takiego stanu były temperatury powietrza. Ponadto w kwietniu wzrosła intensywność prac rolnych ludzi pracujących w gospodarstwach rolnych czy też rozpoczynających prace budowlane. W przypadku natomiast dodatnich temperatur w miesiącach zimowych grudzień – luty wydłużył się okres prac budowlanych, co wpłynęło na rentowność zakładu piekarniczo-cukierniczego. Adekwatnie w przypadku ujemnej temperatury w miesiącach zimowych prace budowlane zostały spowolnione i sprzedaż wymienionego zakładu uległa zmniejszeniu. W listopadzie 2016 r. oraz w październiku 2017 r. zakład nie osiągał rentowności sprzedaży, a w sierpniu 2018 r. osiągnął najniższą rentowność sprzedaży na poziomie 3 %. Sierpień 2018 r. był przykładem miesiąca, w którym bardzo wysoka temperatura (ponad 30 °C) powodowała małe zainteresowanie konsumentów produktami piekarniczo-cukierniczymi. Duża liczba produktów była zwracana, a konsumenci kierowali swój popyt w stronę napojów. W miesiącach wykazujących odstępstwa temperatury od średnich wieloletnich zaobserwowano wzrost rentowności. Podczas dodatnich temperatur panujących w grudniu sprzedaż była ponad dwukrotnie większa (2018 r.) niż w grudniu, w którym temperatury były ujemne (2017 r.).



Rys. 2. Rentowność sprzedaży w zakładzie piekarniczo-cukiernicznym w latach 2016 - 2018

Fig. 2. Profitability of sales in bread and confectionery bakery in 2016 - 2018

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z zakładu / the authors' own study based on data obtained from bakery

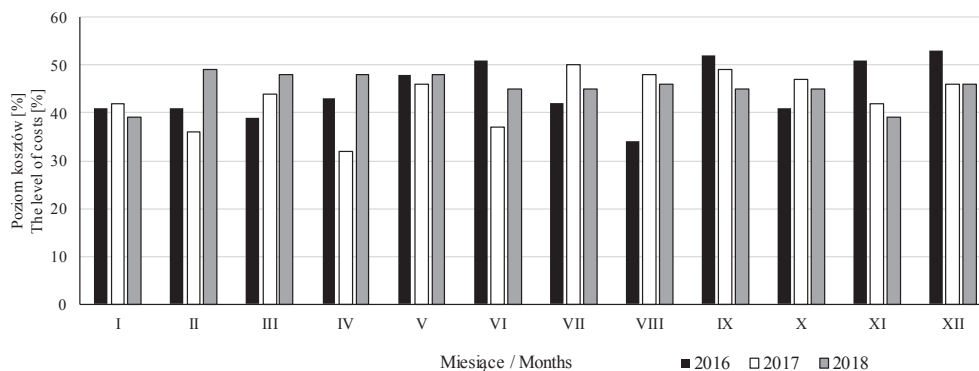
By móc w sposób poprawny sformułować wnioski z analizy wskaźników rentowności, dodatkowo policzono wskaźniki poziomu kosztów w odniesieniu do przychodów. Wskaźnik poziomu kosztów wykorzystano do obliczeń jako udział poniesionych kosztów w osiągniętych przychodach. Należy zaznaczyć, że im mniejszą wartość przyjmuje wskaźnik poziomu kosztów, tym bardziej opłacalna jest działalność przedsiębiorstwa [11].

Tabela 3. Sprzedaż produktów zakładu piekarniczo-cukierniczego w latach 2016 - 2018 [zł]

Table 3. Product sales in bread and confectionery bakery in 2016 - 2018 [zł]

Grupa A / Group A				Grupa B / Group B			
Miesiąc / Month	2016 r.	2017 r.	2018 r.	Miesiąc / Month	2016 r.	2017 r.	2018 r.
I	175 000	192 500	192 500	I	28 080	26 520	24 960
II	227 500	210 000	175 000	II	28 080	29 640	23 400
III	245 000	227 500	210 000	III	28 080	28 080	26 520
IV	227 500	206 500	210 000	IV	26 520	28 080	24 960
V	210 000	210 000	206 500	V	23 400	28 080	26 520
VI	227 500	217 000	213 500	VI	29 640	28 080	26 520
VII	210 000	213 500	206 500	VII	28 080	29 640	26 520
VIII	210 000	221 516	206 500	VIII	28 080	23 400	26 520
IX	245 000	210 000	206 500	IX	31 200	23 400	28 392
X	268 598	227 500	210 000	X	28 080	23 400	28 080
XI	262 500	247 500	210 000	XI	26 520	23 400	21 840
XII	253 750	239 500	238 000	XII	28 080	26 520	21 840
Suma / Total	2 762 347	2 623 015	2 485 000	Suma / Total	333 840	318 240	306 072
$\bar{X}_{I-XII}$	230 195	218 584	207 083	$\bar{X}_{I-XII}$	27 820	26 520	25 506
Grupa C / Group C				Grupa D / Group D			
Miesiąc / Month	2016 r.	2017 r.	2018 r.	Miesiąc / Month	2016 r.	2017 r.	2018 r.
I	71 280	87 120	87 120	I	75 060	91 740	95 910
II	75 240	102 960	83 160	II	75 060	87 570	191 820
III	79 200	87 120	99 000	III	87 570	136 290	209 350
IV	87 120	99 000	91 080	IV	91 740	138 460	145 950
V	79 200	99 000	91 080	V	83 400	87 570	175 140
VI	99 000	99 000	101 376	VI	108 420	165 549	191 820
VII	95 040	99 000	101 376	VII	104 250	165 140	191 820
VIII	95 040	88 704	106 920	VIII	108 420	152 549	158 460
IX	79 200	88 704	95 040	IX	116 760	155 140	162 630
X	79 200	88 704	99 000	X	120 930	191 820	216 840
XI	71 280	83 160	91 740	XI	83 400	87 570	189 859
XII	87 120	87 120	91 740	XII	95 910	165 549	191 820
Suma / Total	997 920	1 109 592	1 138 632	Suma / Total	1 150 920	1 624 947	2 121 418
$\bar{X}_{I-XII}$	83 160	92 466	94 886	$\bar{X}_{I-XII}$	95 910	135 412	176 784

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z zakładu / the authors' own study based on data obtained from bakery



Rys. 3. Wskaźnik poziomu kosztów w zakładzie piekarniczo-cukierniczym w latach 2016 - 2018

Fig. 3. Cost level indicator in bread and confectionery bakery in 2016 - 2018

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z zakładu / the authors' own study based on data obtained from bakery

Wskaźnik poziomu kosztów wykazywał zmienność od 33 % do ponad 50 % (rys. 3). Wahania te uwzględniały wzrost kosztów wynagrodzeń, tj. dodatki wypłacane pracownikom za pracę w godzinach nocnych, a także zmieniające się zapotrzebowanie na surowce niezbędne do produkcji asortymentu zakładu. Wskaźnik poziomu kosztów, liczony według metody przedstawionej w punkcie: wskaźniki finansowe, w latach 2016 - 2018 średniorocznie utrzymywał się na poziomie 43 - 45 %.

Wskaźnik poziomu kosztów opisuje w dużym uogólnieniu stopień zaangażowania środków finansowych w wytworzenie końcowych produktów. Do przeprowadzenia analizy wrażliwości działalności operacyjnej zakładu i sformułowania bardziej szczegółowych wniosków konieczne było rozdzielenie kosztów na poszczególne pozycje księgowe. Uwzględniono koszty: (1) wynagrodzenia, (2) zakupu mąki, (3) zakupu drożdży, (4) energii elektrycznej, (4) pozostałe, tj. pozostałe surowce, w tym m.in. dodatki oraz media: wodę, ścieki, olej opałowy, usługi telekomunikacyjne, obsługę bankową, usługi biurowe, amortyzację, koszty związane z utrzymaniem samochodów służbowych itp. Przyjęta metoda pozwoliła na dokonanie analizy udziału poszczególnych grup kosztowych w odniesieniu do łącznych kosztów zakładu w danych roku obrachunkowym. W tab. 4 przedstawiono koszty zakładu przypadające na lata 2016 - 2018.

Należy zaznaczyć, że poszczególne rodzaje kosztów utrzymywały się na zbliżonym poziomie w każdym roku (tab. 4). Dwie pozycje kosztów miały największy udział w całkowitych kosztach działalności zakładu – koszt mąki oraz koszt wynagrodzeń. Koszty te stanowiły ponad 60 % wszystkich kosztów operacyjnych w każdym roku działalności zakładu. Koszt surowca (mąki) był zdeterminowany poziomem sprzedaży,

a było to skorelowane z kosztami zwiększonego zatrudnienia (średniorocznie 41 etatów w 2016 do 46 etatów w 2018).

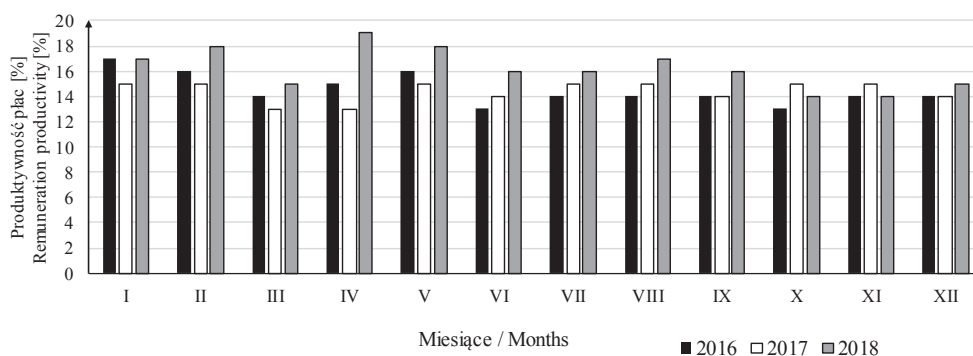
Ostatnim z analizowanych elementów był wskaźnik efektywności wynagrodzeń, który zaliczono do grupy wskaźników opisujących sprawność działania.

Tabela 4. Rodzaje i udział poszczególnych kosztów w łącznych kosztach zakładu piekarniczo-cukierniczego w podziale na lata 2016 - 2018

Table 4. Types of individual costs and their share in total costs in bread and confectionery bakery per year in 2016 - 2018

Rok Year	Udział w kosztach / Share in costs [%]				
	Wynagrodzenia Remuneration	Mąka Flour	Drożdże Yeast	Prąd Electricity	Pozostałe koszty Other costs
2016	32,27	36,20	2,23	2,60	26,70
2017	33,10	35,33	2,00	3,81	25,76
2018	35,70	35,65	1,76	3,85	23,05

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z zakładu / the authors' own study based on data obtained from bakery



Rys. 4. Wskaźnik efektywności wynagrodzeń w zakładzie piekarniczo-cukiernicznym w latach 2016 - 2018

Fig. 4. Remuneration efficiency index in bread and confectionery bakery in 2016 - 2018

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z zakładu / the authors' own study based on data obtained from bakery

W latach 2016 - 2017 średnioroczny wskaźnik efektywności wynagrodzeń utrzymywał się na poziomie 14 %, a w roku 2018 wzrósł do 16 % (rys. 4). Trend był wzrostowy, gdyż wzrastała wartość kosztów wynagrodzeń w przychodach ze sprzedaży, co wynikało z rosnących od 2015 r. kosztów wynagrodzeń pracowniczych w zakładzie. W 2018 r. koszty wynagrodzeń pracowników produkcji stanowiły 71 % wynagrodzeń ogółem.

Na podstawie analizy wskaźnikowej wykonanej w zakładzie piekarniczo-cukierniczym stwierdzono, że niezbędne były działania związane z rozwiązaniami technologicznymi, które poprawiłyby wyniki finansowe zakładu i jednocześnie spowodowałyby, że zakład będzie nadążać za zmianami rynkowymi. Zaproponowano następujące działania:

- opracowanie nowych rozwiązań techniczno-technologicznych przy zachowaniu bądź poprawie jakości produkowanego pieczywa. Zaplanowane działania musiały jednocześnie utrzymać dotychczasowy profil produkcji przy utrzymaniu bądź polepszeniu cech mikrobiologicznych oraz fizykochemicznych produktów,
- optymalizowanie zmian pod względem ograniczenia zapotrzebowania na media technologiczne, głównie energię elektryczną oraz ciepło,
- zmiany organizacyjne polegające na ograniczeniu bądź wyeliminowaniu personelu pracującego na nocną zmianę.

Szczególnie istotna dla osiągnięcia wskaźników rentowności zakładu była zmiana polityki zatrudnienia. W roku 2018 do dwunastu wzrosła liczba osób pracujących na trzecią zmianę. Jednak względy ekonomiczne oraz brak akceptacji przez załogę trzyzmianowego systemu pracy zmusiły zakład do poszukiwania innych rozwiązań organizacyjnych umożliwiających utrzymanie lub zwiększenie produkcji. Jednym z nich było dostosowanie poszczególnych procesów produkcyjnych do pracy dwuipół zmianowej, tj. łączeniu pracy w dzień (godz. 6.00 - 22.00) i noc (godz. 4.00 - 6.00 oraz 22.00 - 24.00). Kolejnym etapem wprowadzanych zmian było dostosowanie poszczególnych procesów produkcyjnych do pracy dwuzmianowej.

Wstępna analiza możliwych i akceptowalnych przez właściciela rozwiązań techniczno-technologicznych prowadziła do wskazania kilku scenariuszy obejmujących zmianę technologii, tj. urządzeń oraz parametrów procesowych. Brak personelu pracującego na trzeciej zmianie i wyniki analiz ekonomicznych produkcji wskazywały na konieczność wprowadzenia innowacji technologicznej polegającej m.in. na odroczo-nym garowaniu. Zastosowanie tego scenariusza możliwe było poprzez zastosowanie komory chłodniczo-garowniczej. Zmiana procesu przygotowania półproduktów wpłynęła na optymalizację procesową i zmianę systemu pracy, przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów funkcjonowania zakładu, co miało szczególne znaczenie przy rozbudowanej sieci odbiorców lub potrzebie zwiększenia możliwości produkcyjnych. W tab. 5. przedstawiono zaproponowane działania i ich efekty.

Tabela 5. Propozycje działań w zakładzie piekarniczo-cukierniczym i ich efekty

Table 5. Suggested activities in bread and confectionery bakery and their effects

Propozycje zmian / Suggested changes	Planowane efekty zmian / Planned effects of changes
Nowe rozwiązania techniczno-technologiczne z wykorzystaniem odroczonego garowania i chłodnio-garowni New technical and technological solutions with the use of deferred proofing and a cold proofing chamber	– wydłużenie procesu garowania – obniżenie poziomu dodawanych drożdży z $4 \div 5 \%$ do $1 \div 1,5 \%$ oraz brak dodatku cukru / extending proofing process – reducing level of added yeast from $4 \div 5 \%$ to $1 \div 1.5 \%$ and no sugar added – poprawa jakości produktów dzięki wydłużonemu procesowi garowania / improving product quality owing to extended proofing process – produkcja większych partii kęsów, dzięki przechowywaniu w chłodnio-garowni / producing larger batches of billets owing to storage in cold proofing chamber – ograniczenie pracy na trzecią zmianę z 12 do 4 pracowników / reducing third-shift jobs from 12 to 4 employees
Optymalizacja zmian pod względem ograniczenia zapotrzebowania na media technologiczne Optimising changes in terms of reducing the demand for technological media	– opracowanie optymalnych warunków wykorzystania energii elektrycznej / developing optimal conditions for use of electricity – analiza i ograniczenie urządzeń podłączonych do sieci, a nieeksploatowanych na trzeciej zmianie / analysis of and limiting number of network-connected devices not in use during the third shift
Zmiany organizacyjne polegające na ograniczeniu bądź wyeliminowaniu personelu pracującego na nocną zmianę Organizational changes involving reduction or elimination of night shift staff	– ograniczenie pracy na trzecią zmianę z 12 do 4 pracowników / reducing third-shift jobs from 12 to 4 employees – wprowadzenie tzw. półzmiannowości poprzez ograniczenie pracy nocnej do godzin 22.00 - 24.00 oraz 4.00 - 6.00 / introducing so-called half-shifts by limiting night-shift hours from 10.00 p.m. to 12.00 a.m. and from 4.00 to 6.00 a.m.

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

Analiza mikrobiologiczna wybranych produktów piekarniczych po zastosowaniu zmian technologicznych produkcji

Nowe rozwiązania techniczno-technologiczne powinny umożliwić utrzymanie cech mikrobiologicznych oraz fizykochemicznych wytwarzanych produktów, stąd też analizie mikrobiologicznej poddano wybrane wyroby piekarnicze zakładu, tj. bułki: kajzerki, wieloziarniste i drożdżowe. W wyrobionym cieście wykazano obecność naturalnej mikroflory mąki oraz zakwasu – była ona zgodna z przyjętymi normami (tab. 6). Ogólna liczba bakterii była rzędu $10^8 \div 10^9$ jtk/g, drożdży – 10^8 jtk/g, a bakterii kwasu

Tabela 6. Stan mikrobiologiczny ciasta i gotowych bułek
Table 6. Microbiological status of dough and ready-for-consumption rolls

Rodzaj bułek Type of rolls	Badana grupa mikroorganizmów / Tested group of microorganisms									
	[jtk/g] / [CFU/g]									
	Ogólna liczba bakterii Total bacteria count	Pleśnie Molds	Drożdże Yeast	Bakterie kwasu mlekowego Lactic acid bacteria	Enterobacteriaceae	Bakterie z grupy coli Coliform bacteria	Bacillus sp.	Drobnoustroje amylolityczne Amylolytic microorganisms	[jtk/25 g] / [CFU/25 g]	<i>Salmonella</i> sp.
Wyrobiec ciasto / Kneaded dough										
Kajzerki Kaiser rolls	$4,0 \times 10^8$	nb	$1,1 \times 10^8$	$5,0 \times 10^7$	$1,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^1$	nb	$9,7 \times 10^2$	nb	nb
Wielozłaziste Multigrain rolls	$2,7 \times 10^9$	nb	$3,9 \times 10^8$	$7,8 \times 10^8$	$2,2 \times 10^3$	$2,2 \times 10^1$	nb	$1,3 \times 10^5$	nb	nb
Drożdżowe Yeast rolls	$2,9 \times 10^8$	nb	$8,8 \times 10^8$	$9,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^1$	nb	$2,0 \times 10^3$	nb	nb
Ciasto podczas obróbki technologicznej / Dough during technological processing										
Kajzerki Kaiser rolls	$1,8 \times 10^8$	nb	$9,0 \times 10^7$	$8,0 \times 10^7$	$1,7 \times 10^3$	$1,2 \times 10^1$	nb	$1,0 \times 10^3$	nb	nb
Wielozłaziste Multigrain rolls	$2,7 \times 10^9$	nb	$1,2 \times 10^8$	$6,0 \times 10^7$	$2,1 \times 10^2$	$2,2 \times 10^1$	nb	$3,0 \times 10^3$	nb	nb
Drożdżowe Yeast rolls	$9,0 \times 10^7$	nb	$4,0 \times 10^8$	$5,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^1$	nb	$1,3 \times 10^4$	nb	nb
Gotowy produkt / Finished product										
Kajzerki Kaiser rolls	$9,0 \times 10^3$	nb	$2,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Wielozłaziste Multigrain rolls	$8,5 \times 10^4$	nb	$5,1 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Drożdżowe Yeast rolls	$1,5 \times 10^4$	nb	$9,0 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Objaśnienia / Explanatory notes:

nb – nieobecne w 1 g bład w 25 g próbki / not present in 1 g or 25 g of sample. Masa badanej próbki zgodna z normą PN-A-74102:1999 [13] / Tested sample mass in line with PN-A-74102:1999 standard [13].

mlekowego wynosiła $10^7 \div 10^8$ jtk/g. Obecne były również bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, w tym z grupy *coli*. Obecność szczególnie drożdży i bakterii kwasu mlekowego jest cenna dla przerobu mąki, są one bowiem odpowiedzialne za procesy ukwaszenia i dojrzewania zakwasów piekarskich używanych do produkcji pieczywa. W wyrobionym cieście nie stwierdzono natomiast obecności bakterii przetrwalnikujących z rodzaju *Bacillus*, które w procesie wypieku pieczywa nie ulegają zniszczeniu i mogą wywołać w pieczywie nieukwaszonym śluzowacenie, czyli tzw. chorobę ziemniaczaną. Nie stwierdzono również obecności pleśni, które mogą ograniczać trwałość pieczywa i jego pleśnienie, a także mikroflory potencjalnie chorobotwórczej (*Salmonella* i *Listeria*).

Obróbka technologiczna ciasta nie wpłynęła znacząco na populację analizowanych mikroorganizmów, których liczba była podobna jak w wyrobionym cieście (tab. 6). W gotowym produkcie, w bułkach po wypieku, obecność mikroorganizmów i ich liczba uległa zmianie, ale była zgodna z przyjętymi normami. Ogólna liczba bakterii była rzędu $10^3 \div 10^4$ jtk/g, a drożdży i bakterii kwasu mlekowego – 10^2 jtk/g. Nie stwierdzono natomiast obecności pozostałych analizowanych mikroorganizmów, w tym niepożądaną mikroflorę mogącą zanieczyścić pieczywo oraz potencjalnie chorobotwórczej.

Wnioski

1. Wykazano konieczność wdrażania zmian w celu dostosowania oferty przedsiębiorstwa do potrzeb rynku.
2. Badany zakład piekarniczo-cukierniczy miał ewidentną przewagę nad konkurencją m.in. w postaci liczby wyrobów składających się na asortyment czy infrastruktury.
3. Dzięki grupie produktów określanych jako „dojne krowy” kondycja finansowa firmy była bardzo dobra i pozwalała na wdrożenie proponowanych zmian techniczno-technologicznych, tj. zastosowanie komory chłodniczo-garowniczej.
4. Zmiana procesu przygotowania półproduktów wpłynęła na optymalizację procesową i zmianę systemu pracy.
5. Zaproponowane zmiany nie wywierały negatywnego wpływu na stan mikrobiologiczny badanych produktów piekarniczych.
6. Wprowadzone zmiany technologiczne mogą mieć korzystny wpływ na wynik operacyjny i główne wskaźniki finansowe w małym zakładzie piekarniczo-cukierniczym.

Literatura

- [1] Chauvet A.: Metody zarządzania. Przewodnik. Wyd. Poltext, Warszawa 1997.
- [2] Czerwińska D.: Walory żywieniowo-zdrowotne wzbogaconego pieczywa. Przegl. Zboż.-Młyn., 2010, 53 (3), 2-3.

- [3] Czerwińska D.: Wartość odżywcza pieczywa wzbogacanego produktami naturalnymi. *Przegl. Żywn.-Młyn.*, 2010, 53 (2), 12-13.
- [4] Dewettinck K., van Bockstaele F., Kühne B., van de Walle D., Courtens M.T., Gellynck X.: Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *J. Cereal Sci.*, 2008, 48 (2), 243-257.
- [5] Gąsiorowski H. (Red.): *Żyto. Chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 1994.
- [6] Gierszewska G., Romanowska M.: *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*. Wyd. PWE, Warszawa 1997.
- [7] Główny Urząd Statystyczny: Przeciętne miesięczne spożycie wybranych artykułów żywnościowych na 1 osobę 2002-2017. [on line]. GUS. Dostęp w Internecie [17.04.2020]: <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/metadane/cechy/2456>
- [8] Kawka A.: Możliwości wzbogacania wartości odżywczej, dietetycznej i funkcjonalnej pieczywa. W: *Żywność wzbogacana i nutraceutyki*. Red. P. Gębczyński, G. Jaworska. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2009, ss. 109-122.
- [9] Lichtarski J.: *Podstawy nauki o przedsiębiorstwie*. Wyd. AE we Wrocławiu, Wrocław 2001.
- [10] Łuczak M.: *Strategie w działalności przedsiębiorstwa*. Wyd. WSE, Warszawa 2003.
- [11] Nowak E.: *Analiza sprawozdań finansowych*. Wyd. PWE, Warszawa 2008.
- [12] Oblój K.: *Strategia organizacji*. Wyd. PWE, Warszawa 2007.
- [13] PN-A-74102:1999. Wyroby i półprodukty piekarskie. Pobieranie próbek i metody badań mikrobiologicznych.
- [14] PN-ISO 21527-2:2009. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drożdży i pleśni. Część 2: Metoda liczenia kolonii w produktach o aktywności wody niższej lub równej 0,95.
- [15] PN-EN ISO 21528-2:2017-08. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby *Enterobacteriaceae*. Część 2: Metoda liczenia kolonii.
- [16] PN-ISO 4833:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w temperaturze 30 stopni C.
- [17] Romanowska M.: *Planowanie strategiczne w przedsiębiorstwie*. Wyd. PWE, Warszawa 2004.
- [18] Wyrzykowski P.: Produkty zbożowe. W: *Konsumpcja żywności w Polsce w latach 2004-2014. Uwarunkowania i tendencje*. Red. K. Świątek. Wyd. IERiGŻ-PIB, Warszawa 2015, ss. 176-199.
- [19] Żakowska-Biemans S., Sajdakowska M., Jeżewska-Zychowicz M.: Konsumenci wobec zmian na rynku pieczywa: Ich zróżnicowanie i uwarunkowania wyboru. *Handel Wewnętrzny*, 2018, 3 (374), 424-437.

APPLYING STRATEGIC ANALYSIS TO TECHNOLOGICAL CHANGES IN SMALL BREAD AND CONFECTIONERY BAKERY

S u m m a r y

The objective of the study was to determine the effect a changing economic and social environment on business conditions in a small bread and confectionery bakery. The article presents a strategic analysis of a bakery on the basis of accounting and management indicators, and an analysis of technological processes of some selected products. The indicator-based assessment was made with the use of a BCG matrix. The focus was set on the most cost-intensive processes and single process operations used during the production. A technical and technological change was implemented, i.e. a cold-proofing chamber was applied. The change in the process of preparing semi-finished products affected the process optimisation and the

modification of a system of work. Then, after implementation of technological changes, the microbiological status was tested of some selected bakery products (kaiser, multigrain and yeast rolls). The microflora of rolls was in line with the adopted standards, no undesirable microflora was found that could contaminate bread products, therefore the suggested technological changes did not affect the microbiological status of the rolls. It was concluded that the suggested technological changes could have a beneficial effect on the operating result and key economic indicators in the small bread and confectionery bakery.

Key words: strategic analysis, profitability, changes in manufacturing technology, microbiological status of rolls 

BEATA MIKUTA, IZABELA MIŁKOWSKA, NATALIA SOBCZYK,
ANITA SZCZECHOWICZ

OCENA SPOŻYCIA PODSTAWOWYCH SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH PRZEZ OSOBY STARSZE Z POWIATU CZĘSTOCHOWSKIEGO

Streszczenie

Celem pracy była ocena spożycia podstawowych składników odżywczych oraz wybranych witamin z grupy B przez osoby starsze z powiatu częstochowskiego, na podstawie badań pilotażowych. Badaniem pilotażowym objęto 20 osób powyżej 65. roku życia. Do oceny sposobu żywienia zastosowano jednorazowo metodę 24-godzinne wywiadu żywieniowego oraz analizę ilościową.

Dieta kobiet i mężczyzn była uboga w białko (83 i 84 % realizacji normy) i węglowodany (87 i 89 % realizacji normy). Kobiety spożywały prawidłowe ilości kwasów tłuszczowych *n-3* (96 % realizacji normy) i cholesterolu (102 % realizacji normy), mężczyźni spożywali odpowiednie ilości energii, kwasów tłuszczowych jednonienasyconych (95 i 93 % realizacji normy). Obie grupy spożywały zbyt dużo kwasów tłuszczowych nasyconych (realizacja normy: kobiety – 128 %, mężczyźni – 201 %), a mężczyźni dodatkowo deklarowali duże spożycie kwasów tłuszczowych ogółem i cholesterolu (116 i 201 % realizacji normy). Stwierdzono prawidłowe spożycie tiaminy (B₁) przez kobiety i mężczyzn, odpowiednio na poziomie 92 i 98 % realizacji normy. W przypadku pozostałych witamin – ryboflawiny (B₂), niacyny (B₃) i pirydoksyny (B₆) odnotowano ich nadmierne spożycie. Wykazane błędy żywieniowe o charakterze ilościowym wskazują na nieprawidłowości w odżywianiu się badanej grupy seniorów, dlatego posłużą do zaplanowania i zrealizowania badań na reprezentatywnej grupie osób starszych, aby można było w pełni ocenić stan odżywienia tej populacji. Konieczna jest także edukacja żywieniowa seniorów oraz ich opiekunów.

Słowa kluczowe: osoby starsze, sposób żywienia, składniki odżywcze, składniki energetyczne, normy żywienia, ocena żywienia

Wprowadzenie

Od kilkunastu lat w Polsce obserwuje się proces zmian demograficznych, który odznacza się zwiększaniem odsetka osób w wieku starszym. Przewiduje się, że w 2035 r.

*Dr inż. B. Mikuta, I. Miłkowska, N. Sobczyk, mgr A. Szczechowicz, Katedra Dietetyki i Badań Żywności, Wydz. Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza w Częstochowie, al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa.
Kontakt: b.mikuta@ujd.edu.pl*

w Polsce 23 % ludności będą stanowiły osoby starsze, w tym liczba dziewięćdziesięciolatków wzrośnie 2,5-krotnie [15]. Starzenie to naturalny proces, ale zarazem nieuchronny i nieodwracalny [7]. Wraz z wiekiem dochodzi do zachwiania równowagi organizmu spowodowanego upośledzeniem ważnych funkcji fizjologicznych. Liczne zmiany, m.in. w układach: pokarmowym, krążenia, immunologicznym oraz w układzie oddechowym prowadzą do unikania potraw, które są trudne do zmetabolizowania, a dostarczają wielu cennych składników odżywczych, co w konsekwencji może przyczyniać się do niedoborów i w końcu do niedożywienia [18]. Seniorzy popełniają szereg błędów żywieniowych. Osoby starsze spożywają różnego rodzaju przekąski, używają zbyt dużej ilości soli, korzystają z żywności, która jest nadmiernie przetworzona, np. margaryny, ciastka. W diecie osób starszych brakuje warzyw, owoców, produktów zbożowych, ryb, napojów [6]. Ważne jest, aby dieta seniorów była odpowiednio dobrana, gdyż stosowanie się do zaleceń pomaga zmniejszać ryzyko chorób w procesie starzenia [8, 19].

Celem pracy była ocena spożycia składników podstawowych oraz wybranych witamin z grupy B przez osoby starsze z powiatu częstochowskiego, na podstawie badań pilotażowych.

Materiał i metody badań

Badaniem pilotażowym [4] objęto grupę 20 osób powyżej 65. roku życia. W badaniach sposobu żywienia zastosowano jednorazowo metodę 24-godzinne wywiadu żywieniowego oraz analizę ilościową.

Narzędziem badawczym był autorski kwestionariusz wywiadu, który składał się z dwóch części – metryczki i informacji o posiłkach spożywanych w ciągu dnia. Kwestionariusz wywiadu był wypełniany samodzielnie przez badanych. Pytania metryczkowe dotyczyły płci, wieku, masy ciała, wzrostu, rodzaju aktywności fizycznej, miejsca zamieszkania, chorób metabolicznych. Zebrane w metryczce informacje pozwoliły na określenie BMI respondentów oraz ich zapotrzebowania na energię, składniki podstawowe i wybrane witaminy z wykorzystaniem „Norm żywienia dla populacji Polski” [7]. Następnie z równania na średnią ważoną obliczano zapotrzebowanie na energię, składniki podstawowe i witaminy z grupy B, osobno dla kobiet i osobno dla mężczyzn.

Informacje o spożywanych posiłkach badani wpisywali do tabeli kwestionariusza, podając rodzaj posiłku, produkty spożyte w ramach posiłku, wielkość w miarach przybliżonych. Uzyskane dane przeliczano na jednostki masowe (gramy) [9]. Następnie obliczano spożycie energii, składników podstawowych i wybranych witamin z grupy B. Szczególną uwagę zwracano na kwasy tłuszczowe z podziałem na nasycone, mononienasycone, wielonienasycone, kwasy tłuszczowe *n-3* i *n-6* oraz cholesterol. Do analizy ilościowej wybrano witaminy z grupy B: tiaminę (B_1), ryboflawinę (B_2), niacynę (B_3) i pirydoksynę (B_6), które uczestniczą w przemianach białek, tłuszczów i węglo-

wodanów [4]. Do obliczenia spożycia wybranych składników odżywczych posłużono się tabelami zamieszczonymi w opracowaniu „Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw” [9]. Średnie spożycie składników odżywczych dla grupy kobiet i grupy mężczyzn porównano z obliczonym zapotrzebowaniem na składniki odżywcze dla badanej grupy na podstawie „Norm żywienia dla populacji Polski” [7].

Przy ocenie spożycia składników odżywczych dopuszczano odchylenie od normy w granicach $\pm 10\%$ [5].

Wyniki i dyskusja

Badana grupa składała się z 10 kobiet i 10 mężczyzn, z czego 80 % badanych należało do grupy wiekowej 65 - 74 lata, a 20 % do grupy wiekowej powyżej 75 lat. Wszystkie osoby były mieszkańcami powiatu częstochowskiego i jako miejsce zamieszkania wskazały miasto. Ankietowani tworzyli gospodarstwa domowe z bliskimi. Prawidłową masę ciała (BMI w przedziale $18,5 \div 24,99$) miało zaledwie 35 % badanych, natomiast 45 % osób charakteryzowała nadwaga (BMI w przedziale $25,00 \div 29,99$), a 20 % – otyłość (BMI $\geq 30,00$). Ponadto 10 % seniorów było zagrożonych niedożywieniem (BMI $< 18,5$). Co druga osoba miała zaburzenia lipidowe, natomiast 45 % ankietowanych zmagало się z nadciśnieniem tętniczym, a 5 % – z niedociśnieniem.

Po przeanalizowaniu spożycia wybranych składników odżywczych przez kobiety zaobserwowano prawidłowe spożycie kwasów tłuszczowych *n-3* (2,04 g), cholesterolu (205,4 mg) i witaminy B₁ (1,01 mg). Kobiety spożywały duże ilości kwasów tłuszczowych nasyconych (19,1 g) i witaminy B₃ (15,97 mg), w diecie było też dużo witamin B₂ (1,67 mg) i B₆ (2,24 mg). Mimo że 65 % badanych senierek wykazywało nadwagę lub otyłość, kobiety dostarczały z pożywieniem zbyt małych ilości energii (1582,3 kcal), białka (71,6 g), węglowodanów (216,9 g), kwasów tłuszczowych ogółem (49,3 g), a także kwasów tłuszczowych jednonienasyconych (18,7 g), wielonienasyconych (9,6 g), w tym kwasów *n-6* (7,5 g) – tab. 1.

W przypadku mężczyzn odnotowano prawidłowe spożycie energii (2256,2 kcal), kwasów tłuszczowych jednonienasyconych (36,8 g) i witaminy B₁ (1,28 mg). Do grupy składników o zbyt dużym spożyciu należały kwasy tłuszczowe ogółem (91,8 g), kwasy tłuszczowe *n-3* (2,99 g), witaminy B₃ (20,07 mg) i B₆ (2,16 mg). Bardzo duże było u nich spożycie kwasów tłuszczowych nasyconych (37,1 g), cholesterolu (437,8 mg) i ryboflawiny (1,85 mg), natomiast zbyt małe spożycie – białka (90 g), węglowodanów (274,3 g), kwasów tłuszczowych wielonienasyconych (16,5 g), w tym *n-6* (13,49 g) – tab. 1.

Tabela 1. Spożycie energii i wybranych składników odżywczych przez badaną grupę seniorów

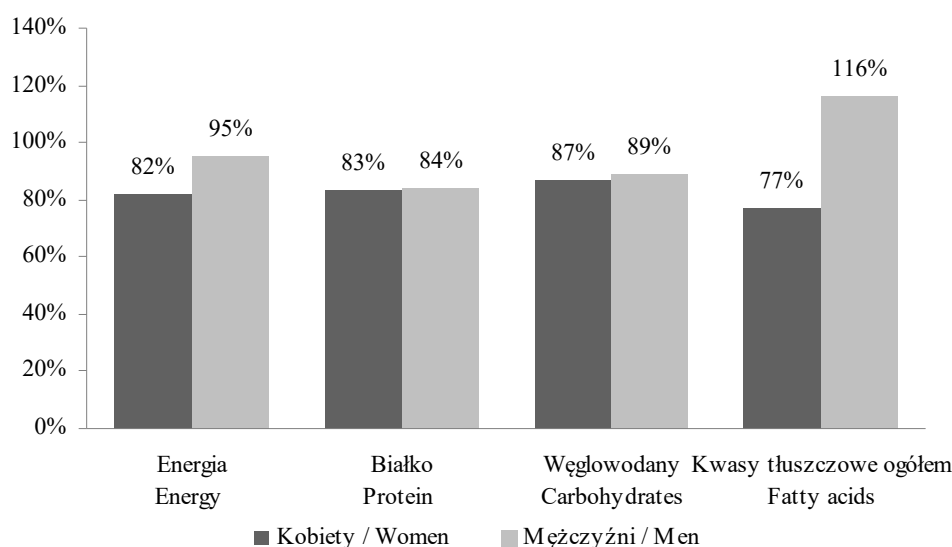
Table 1. Intake of energy and selected nutrients in the group of seniors surveyed

Energia i składniki odżywcze Energy and nutrients	Kobiety / Women		Mężczyźni / Men	
	Spożycie Intake	Norma żywienia Nutrition standard	Spożycie Intake	Norma żywienia Nutrition standard
Energia / Energy [kcal]	1582,3	1920	2256,2	2380
Białko / Protein [g]	71,6	86	90	107
Węglowodany / Carbohydrates [g]	216,9	250	274,3	309
Kwasy tłuszczowe ogółem / Fatty acids [g]	49,3	64	91,8	79
Kwasy tłuszczowe nasycone Saturated fatty acids [g]	19,1	14,9	37,1	18,5
Kwasy tłuszczowe jednonienasycone Monounsaturated fatty acids [g]	18,7	32	36,8	39,7
Kwasy tłuszczowe wielonienasycone Polyunsaturated fatty acids [g]	9,6	17,1	16,5	21,2
Kwasy tłuszczowe <i>n-3</i> / <i>n-3</i> fatty acids [g]	2,04	2,13	2,99	2,64
Kwasy tłuszczowe <i>n-6</i> / <i>n-6</i> fatty acids [g]	7,5	14,9	13,49	18,5
Cholesterol [mg]	205,4	200	439,8	200
Tiamina (B ₁) / Thiamine (B ₁) [mg]	1,01	1,1	1,28	1,3
Ryboflawina (B ₂) / Riboflavin (B ₂) [mg]	1,67	1,1	1,85	1,3
Niacyna (B ₃) / Niacin (B ₃) [mg]	15,97	14	20,07	16
Pirydoksyna (B ₆) / Pyridoxine (B ₆) [mg]	2,24	1,5	2,16	1,7

Jadłospisy respondentek charakteryzowały się średnio o 18 % mniejszą podażą energii w stosunku do ustalonej normy, a jadłospisy badanych respondentów mieściły się w normie (rys. 1). Podobne wyniki w przypadku kobiet uzyskały Różańska i wsp. [10] w badaniach przeprowadzonych wśród mieszkańców Twardogóry. Dieta kobiet pokrywała 80 % dziennego zapotrzebowania na energię, a mężczyzn – 77 %. Z kolei Markiewicz-Żukowska i wsp. [13] odnotowały wśród całej grupy pensjonariuszy jednego z Domów Pomocy Społecznej w Białymstoku zjawisko nadmiernej podaży energii w przypadku kobiet większe o 16 ÷ 64 % w stosunku do wartości EER (ang. *Estimated Energy Requirement*), a mężczyzn – o 6 ÷ 41 % w stosunku do tej wartości.

Stwierdzono, że realizacja zapotrzebowania na białko u kobiet wynosiła 83 %, a u mężczyzn – 84 % (rys. 1). Białko jest istotnym składnikiem w diecie, gdyż w organizmie pełni przede wszystkim funkcję budulcową, jak również energetyczną, dlatego w diecie osób starszych powinno w 50 % pochodzić z produktów pochodzenia zwierzęcego [16]. W badaniach przeprowadzonych przez Orkusz i Gorłę [14] zapotrzebowanie na białko było realizowane przez kobiety w przedziale 111,7 ÷ 119,9 % normy, a przez mężczyzn w zakresie 99,3 ÷ 104,3 %, w zależności od pory roku. Pudełko

i Nowak [16] w DPS na Śląsku stwierdziły, że kobiety realizowały zapotrzebowanie na białko w 144,84 %, a mężczyźni w 127,28 %. Znaczną nadpodaż białka odnotowała w badaniach Gacek [3] w okresie zimowym. W przypadku kobiet wynosiła ona 203,1 % normy, a wśród mężczyzn – 188,6 %. W badanej grupie spożycie białka w okresie letnim zmniejszyło się, ale nadal charakteryzowało się nadpodażą. Kobiety realizowały 180 % normy na białko, a mężczyźni – 167 %.



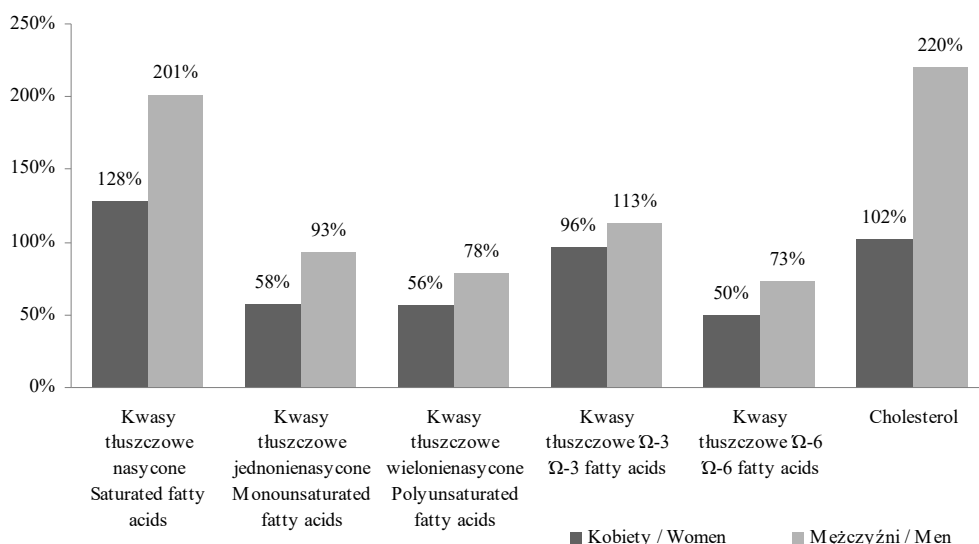
Rys. 1. Realizacja zapotrzebowania na energię i składniki energetyczne przez badaną grupę seniorów [%]

Fig. 1. Meeting the energy and nutrient requirements in the group of seniors surveyed [%]

W badaniach własnych spożycie węglowodanów przez kobiety było na poziomie 87 % wartości normy, a mężczyzn – 89 % (rys. 1). Zgodnie z zaleceniami [7] norma dla kobiet wynosi 250 g. Węglowodany w diecie człowieka są najważniejszym i największym źródłem energii. W przypadku osób starszych składniki te powinny pochodzić z produktów zbożowych, warzyw, owoców oraz z nasion roślin strączkowych [16]. Niedostateczną podaż węglowodanów w żywieniu zaobserwowali Jurczak i wsp. [8] w badaniach osób starszych z Jodłowa i Nadziejowa oraz Różańska i wsp. [10] w ocenie żywienia seniorów z Twardogóry. Z kolei w badaniach przeprowadzonych w Domach Pomocy Społecznej na Śląsku Orkusz i Gorla [14] wykazały, że norma spożycia węglowodanów zarówno przez kobiety, jak i przez mężczyzn została zrealizowana w 284 %.

W jadłospisach seniorów z powiatu częstochowskiego wykazano nieprawidłowy udział energii pochodzącej z tłuszczów. W przypadku kobiet zapotrzebowanie na

tłuszcze zostało pokryte tylko w 77 % normy, podczas gdy u mężczyzn zaobserwowano nadpodaż tego składnika, czyli 116 % realizacji normy (rys. 1). Według norm żywienia [7] w diecie seniora powinno być 20 ÷ 35 % tłuszczów. Po uwzględnieniu zmian fizjologicznych zachodzących w organizmie z wiekiem, a dodatkowo obciążenie większości respondentów chorobami układu krążenia bądź cukrzycą należy przyjąć, że z tłuszczów powinno pochodzić 30 % energii. Pysz-Izdebska i wsp. [17] ocenili spożycie tłuszczów przez kobiety w wieku podeszłym w jednym z Domów Pomocy Społecznej na terenie Krakowa i wykazali, że kobiety zrealizowały normę na tłuszcz w 105 %. Różańska i wsp. [10] w badaniach mieszkańców Twardogóry stwierdziły natomiast udział tłuszczu w diecie seniorów na poziomie 33,5 %, czyli ponad 30 %, jednak w zakresie przewidzianym w normach żywienia [7].



Rys. 2. Realizacja norm żywienia w zakresie składników tłuszczowych przez badaną grupę seniorów [%]

Fig. 2. Meeting the requirements of nutrition standards as regards fat components in the group of seniors surveyed [%]

Zarówno w przypadku kobiet, jak i mężczyzn odnotowano nieodpowiednią strukturę spożycia tłuszczów. Zbyt duży był udział energii pochodzącej z nasyconych kwasów tłuszczowych. Kobiety uzyskiwały średnio o 28 % więcej energii pochodzącej z nasyconych kwasów tłuszczowych w stosunku do normy, natomiast mężczyźni przekraczali dzienne zapotrzebowanie średnio o ok. 100 % (rys. 2). Zgodnie z rekomendacjami dotyczącymi leczenia dyslipidemii spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych nie powinno przekraczać 7 % dziennego zapotrzebowania [20]. Duże spożycie nasyco-

nych kwasów tłuszczowych przez osoby starsze wykazano również w badaniach WOBASZ [18], przeprowadzonych w latach 2003 - 2005. Potwierdzono odbiegający od norm udział energii z kwasów tłuszczowych nasyconych, zarówno w jadłospisach kobiet, jak i mężczyzn (odpowiednio: 12,7 i 13,5 %). W badaniach przeprowadzonych przez Markiewicz-Żukowską i wsp. [13] nie wykazano nadmiernie przekraczanej normy, szczególnie przez mężczyzn.

W niniejszej pracy realizację wartości normy na jednonienasycone kwasy tłuszczowe odnotowano jedynie w jadłospisach mężczyzn i kształtowała się ona średnio na poziomie 93 %, podczas gdy kobiety zrealizowały tę normę zaledwie w 56 % (rys. 2). Na podstawie informacji uzyskanych w jednym z Domów Pomocy Społecznej w Krakowie Pysz-Izdebska i wsp. [17] również zauważyli, w zależności od pory roku, brak pokrycia przyjętych zaleceń na jednonienasycone kwasy tłuszczowe przez grupę respondentek (odpowiednio: 65,7 % w okresie wiosennym i 68,2 % w okresie jesiennym). Mężczyźni zrealizowali zaś zapotrzebowanie na te kwasy w 73,6 % wiosną i w 78,9 % – jesienią.

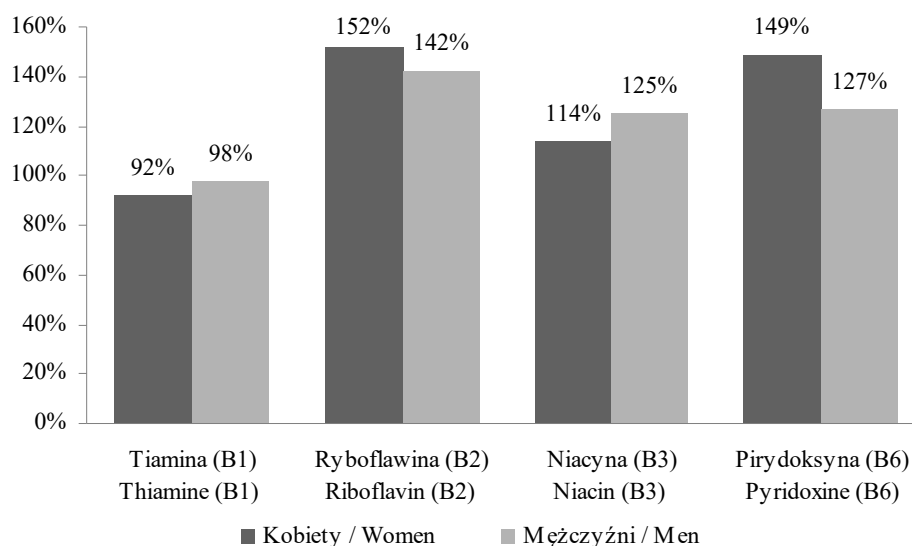
Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) należą do grupy związków egzogennych [2]. Według Ciborowskiej i Rudnickiej [1] podaż wymienionych kwasów powinna wynosić $6 \div 10$ % dziennego zapotrzebowania. Zarówno kobiety, jak i mężczyźni nie zrealizowali tego zalecenia. Kobiety spożyły średnio 9,55 g NNKT, a mężczyźni – 16,48 g, co odpowiadało pokryciu wartości normatywnej odpowiednio: w 56 i 78 % (rys. 2). Wyniki badań własnych były w tym zakresie zbliżone do oceny żywienia pensjonariuszy Domu Opieki w Białymstoku, przeprowadzonej przez Kołotę i wsp. [11].

Jadłospisy badanych respondentek charakteryzowały się prawidłową zawartością kwasów tłuszczowych *n-3* (rys. 2). Pożądany stosunek kwasów tłuszczowych *n-3* do *n-6* powinien mieścić się w przedziale między $(1 : 2) \div (1 : 5)$ [1]. Róžańska i wsp. [10] stwierdziły, że 91,4 % mieszkanki Twardogóry nie spożywało zalecanej ilości kwasów tłuszczowych *n-6* i *n-3*. W badaniach własnych średnie spożycie kwasów *n-3* w grupie mężczyzn okazało się nadmierne i wyniosło 113 % normy (rys. 2). W badaniach Pysz-Izdebskiej i wsp. [17] wśród mężczyzn nie odnotowano znacznego przekraczania zalecanej normy na ten składnik.

W obu badanych grupach stwierdzono niewystarczające spożycie kwasów tłuszczowych *n-6*. Spożycie w grupie kobiet i mężczyzn było mniejsze odpowiednio: o 50 i 27 % w stosunku do normy (rys. 2). Róžańska i wsp. [10] także wcześniej podkreśliły niewystarczające spożycie tego składnika przez seniorów z Twardogóry.

Analiza jednodniowych jadłospisów respondentek dostarczyła informacji o zgodnej z przyjętymi zaleceniami podaży cholesterolu, która w badanej grupie kobiet wyniosła średnio 205,5 g, co stanowi 102,75 % normy. Wśród mężczyzn odnotowano znaczną nadpodaż tego składnika wynoszącą średnio 439,8 mg/dobę, co stanowi

219,9 % normy (rys. 2). W obecnych „Normach żywienia dla populacji Polski” [7] nie podaje się dokładnych wytycznych spożycia cholesterolu. Według rekomendacji leczenia dyslipidemii spożycie cholesterolu przez osoby z zaburzeniami lipidowymi powinno się ograniczyć do 200 mg/dobę [20]. Z uwagi na to, że autorzy innych badań przyjmowali znacznie wyższą normę na spożycie cholesterolu (do 300 mg/dobę), interpretacja stopnia realizacji tego składnika może się różnić z wynikami niniejszej pracy. W badaniach oceny sposobu żywienia mieszkańców Twardogóry Różańska i wsp. [10] przedstawiły dane, z których wynika, że zarówno mieszkanki, jak i mieszkańcy nie przekroczyli zalecanej ilości cholesterolu na dobę (odpowiednio: 210 i 253 mg).



Rys. 3. Realizacja norm żywienia w zakresie wybranych witamin z grupy B przez badaną grupę seniorów [%]

Fig. 3. Meeting the requirements of nutrition standards as regards selected B-group vitamins in the group of seniors surveyed [%]

Spożycie witaminy B₁ w badanej grupie kobiet wyniosło 90,5 % wartości normatywnej, a wśród mężczyzn – 99 % (rys. 3). Zapotrzebowanie na tiaminę zgodnie z normą [7] wynosi 1,1 mg dla kobiet i 1,3 mg dla mężczyzn na dobę. W okresie starzenia pojawiają się problemy z koncentracją, dlatego ważne jest uzupełnianie diety w witaminę B₁ [21]. Osoby starsze są częściej narażone na niedobór witaminy B₁, jednak jej nadmiar nie jest szkodliwy, gdyż zbyt duża ilość spożytej tiaminy jest wydalana z moczem [21]. Wyniki badań własnych dotyczące kobiet korespondowały z oceną Malczyk i wsp. [12] przeprowadzoną z udziałem grupy osób starszych z Jodłowa

i Nadziejowa. Kobiety w wieku 66 - 75 lat realizowały spożycie witaminy B₁ na poziomie 91 % normy, natomiast respondentki powyżej 75. roku życia – w 81 %. Mężczyźni spożywali mniej witaminy B₁ niż wykazano w badaniach własnych. Realizacja zapotrzebowania respondentów do 75. roku życia na tę witaminę wyniosła 82 % normy, powyżej 75 lat – 74 % [12].

Spożycie witaminy B₂ przez kobiety zostało zrealizowane w 151 % normy, a przez mężczyzn – w 166,9 % (rys. 3). Ryboflawina odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu układu nerwowego, poprawia wzrok, ma pozytywny wpływ na skórę i włosy, przyczynia się do niwelowania stanów zapalnych w jamie ustnej [21]. Zapotrzebowanie na tę witaminę dla kobiet wynosi 1,1 mg na dobę. W badaniach prowadzonych wśród seniorów z Twardogóry Różańska i wsp. [10] stwierdziły poziom realizacji zapotrzebowania na witaminę B₂ przez kobiety na poziomie 122,2 %, a przez mężczyzn – 109,1 %.

Poziom spożycia witaminy B₃ został zrealizowany w grupie kobiet w 114 % normy, a mężczyzn – w 125 % (rys. 3). Zapotrzebowanie na witaminę B₃ dla kobiet wynosi 14 mg, zaś dla mężczyzn 16 mg. Niacyna wspomaga układ nerwowy i wzmacnia odporność, która w starszym wieku jest osłabiona, dlatego ważna jest zbilansowana dieta [6, 21]. Nadpodaż nie wpływa na stan zdrowia [21]. Zbyt małe pokrycie zapotrzebowania na niacynę wśród kobiet odnotowali Kołot i wsp. [11]. Wyniki badań własnych odbiegają od analizy odżywiania się seniorów z Jodłowa i Nadziejowa. Małczyk i wsp. [12] wykazały bowiem, że kobiety w przedziale 66 - 75 lat pokrywały zapotrzebowanie na niacynę w 97 %, natomiast powyżej 75. roku życia realizacja była mniejsza i wynosiła 84 % normy. Podobne wyniki otrzymano wśród mężczyzn, gdyż do 75. roku życia zapotrzebowanie na witaminę B₃ realizowali oni w 92 %, a w grupie powyżej 75 lat – w 82 %.

Średnie spożycie witaminy B₆ w badanej grupie kobiet przekraczało normę o niemal 50 %, a średnie zapotrzebowanie na pirydoksynę w grupie badanych mężczyzn zostało zrealizowane w 126,2 % (rys. 3). Witamina B₆ ma korzystny wpływ na układ nerwowy, krwiotwórczy, wzmacnia odporność, która z wiekiem się osłabia [21]. Norma na witaminę B₆ wynosi 1,5 mg dla kobiet i 1,7 mg dla mężczyzn. Dla porównania – w badaniach przeprowadzonych wśród seniorów z Twardogóry poziom realizacji zapotrzebowania na pirydoksynę wynosił 107,7 % wśród kobiet i 128,6 % u mężczyzn [10].

W podjętych badaniach pilotażowych potwierdzono celowość analizowania i monitorowania sposobu żywienia osób starszych mieszkających w gospodarstwach domowych z rodziną, gdyż ta grupa jest opisywana w literaturze przedmiotu najrzadziej. Najczęściej badania sposobu żywienia są wykonywane wśród pensjonariuszy zamieszkujących Domy Pomocy Społecznej z uwagi na objęcie oceną większej populacji ankietowanych oraz możliwość wglądu w jadłospisy osób starszych. Wyniki badań wła-

snych wskazują na nieprawidłowości w odżywianiu się badanej grupy seniorów, dlatego posłużą do zaplanowania i zrealizowania badań na reprezentatywnej grupie osób starszych, aby można było w pełni ocenić stan odżywienia tej populacji.

Wnioski

1. Dieta badanych seniorów nie spełniała norm przewidzianych dla tej grupy w zakresie spożycia energii, składników podstawowych oraz wybranych witamin z grupy B.
2. Dieta kobiet i mężczyzn była uboga w białko (odpowiednio: 83 i 84 % realizacji normy) i węglowodany (odpowiednio: 87 i 89 % realizacji normy).
3. Obie grupy spożywały zbyt dużo kwasów tłuszczowych nasyconych (kobiety – 128 % realizacji normy, a mężczyźni – 201 %). Mężczyźni dodatkowo deklarowali duże spożycie kwasów tłuszczowych ogółem i cholesterolu (116 i 201 % realizacji normy).
4. Kobiety spożywały prawidłowe ilości kwasów tłuszczowych *n-3* (96 % realizacji normy) i cholesterolu (102 %), mężczyźni zaś odpowiednie ilości energii i kwasów tłuszczowych jednonienasyconych (95 i 93 % realizacji normy).
5. Stwierdzono prawidłowe spożycie witaminy B₁ przez kobiety i mężczyzn (odpowiednio: 92 i 98 % realizacji normy). W przypadku pozostałych witamin: B₂, B₃ i B₆ odnotowano nadmierne ich spożycie przez obie grupy badanych.
6. Wykazane błędy żywieniowe o charakterze ilościowym wskazują na potrzebę monitorowania sposobu żywienia i edukację żywieniową seniorów oraz ich opiekunów.

Literatura

- [1] Ciborowska H., Rudnicka A.: Dietetyka. Żywnienie zdrowego i chorego człowieka. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2018.
- [2] Dawidziak J., Balcerkiewicz M.: Dieta jako uzupełnienie leczenia trądziku pospolitego (*Acne vulgaris*). Cz. II. Kwasy tłuszczowe, indeks glikemiczny, przetwory mleczne. *Farmacja Współczesna*, 2016, 9, 67-72.
- [3] Gacek M.: Zawartość energii i składników odżywczych w planowanych do spożycia racjach pokarmowych mieszkańców Domu Pomocy Społecznej w Krakowie. *Rocz. PZH*, 2010, 2, 207-212.
- [4] Gawęcki J. (Red.): Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2017.
- [5] Grzymisławski M., Gawęcki J. (Red.): Żywnienie człowieka zdrowego i chorego. T. 2. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2020.
- [6] Jarosz E.: Dieta seniora. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2019.
- [7] Jarosz M. (Red.): Normy żywienia dla populacji Polski. Wyd. IŻŻ, Warszawa 2017.
- [8] Jurczak I., Barylski M., Irzmański R.: Znaczenie diety u osób w wieku podeszłym – ważny aspekt prewencji zdrowia czy nieistotna codzienność? *Gerontologia Polska*, 2011, 5, 127-133.

- [9] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B.: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2014.
- [10] Różańska D., Wyka J., Biernat J.: Sposób żywienia ludzi starszych mieszkających w małym mieście – Twardogórze. *Probl. Hig. i Epidemiol.*, 2013, 94 (3), 494-502.
- [11] Kołota A., Głąbska D., Włodarek D.: Analiza wartości odżywczej jadłospisów dekadowych starszych kobiet. *Brom. Chemia Toksykol.*, 2016, 3, 536-540.
- [12] Małczyk E., Zoloteńska-Synowiec M., Całyniuk B., Guzik W.: Ocena sposobu żywienia osób po 60. roku życia pochodzących z Jodłowa i Nadziejowa. *Pielęg. Zdrowie Publ.*, 2014, 4 (3), 219-226.
- [13] Markiewicz-Żukowska R., Naliwajko S.K., Karpińska E., Puścion-Jakubik A., Gromkowska-Kępka K.J., Soroczyńska J., Borawska M.H.: Wartość energetyczna i podaż podstawowych składników odżywczych w racjach pokarmowych zapewnianych seniorom przebywającym w Domu Pomocy Społecznej w Białymstoku. *Probl. Higieny i Epidemiol.*, 2018, 99 (1), 52-57.
- [14] Orkusz A., Gorla B.: Ocena sposobu żywienia mieszkańców Domu Pomocy Społecznej z terenu województwa dolnośląskiego. *Nauki Inżynierskie i Technologia*, 2016, 3(22), 51-62.
- [15] Ożga E., Małgorzewicz S.: Ocena stanu odżywienia osób starszych. *Geriatrics*, 2013, 7, 1-6.
- [16] Pudelko A., Nowak J.: Analiza jadłospisów realizowanych w Domach Pomocy Społecznej zlokalizowanych na terenie województwa śląskiego w aspekcie zawartości makroskładników i wody. *Gerontologia Polska*, 2019, 27, 43-49.
- [17] Pysz-Izdebska K., Leszczyńska T., Kopeć A., Nowacka E., Bugaj B.: Pokrycie zapotrzebowania na energię i wybrane składniki odżywcze w diecie pensjonariuszy Domu Pomocy Społecznej oraz ocena ich parametrów antropometrycznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2010, 6 (73), 239-254.
- [18] Sygnowska E., Waśkiewicz A.: Ocena sposobu żywienia osób w wieku 60-74 lat. Badanie Wobasz. *Brom. Chemia Toksykol.*, 2011, 3, 240-244.
- [19] Szmidt M., Granda D., Broda A., Brzozowska A.: Rola warzyw i owoców w diecie osób starszych. *Kosmos* 2019, 2 (323), 293-301.
- [20] Szymański F.M., Barylski M., Cybulska B., Wożakowska-Kapłon B., Krasiński Z., Mamcarz A., Widecka K., Płatek A.E., Dudek D., Mickiewicz A., Kobayasi A., Dzida G., Grajek S., Wełnicki M., Zubilewicz T., Ufnal M., Hering D., Mizia-Stec K., Kasprzak J., Kosiński M., Imiela J., Narkiewicz K., Gorczyca I., Postuła M., Jaguszewski M.J., Filipiak K.J.: Rekomendacje dotyczące leczenia dyslipidemii w Polsce – III Deklaracja Sopotcka. Interdyscyplinarne stanowisko grupy ekspertów wsparte przez Sekcję Farmakoterapii Sercowo-Naczyniowej Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. *Choroby Serca i Naczyń*, 2018, 15 (4), 199-210.
- [21] Włodarek D., Lange E., Kozłowska L., Głąbska D.: Dietoterapia. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2020.

ASSESSING INTAKE OF BASIC NUTRIENTS BY THE ELDERLY FROM CZĘSTOCHOWA DISTRICT

S u m m a r y

The objective of the survey research study was to assess, on the basis of a pilot survey research, the intake of basic nutrients and some selected B-group vitamins by the elderly from the Częstochowa district. The pilot survey included a group of 20 people aged 65 and over. To assess the diet of the elderly, a method of 24-hour dietary interview and a quantitative analysis were applied once.

The diet of both the women and the men was low in protein (83 and 84 % of RDA, viz. Recommended Daily Amount) and carbohydrates (87 and 89 % of RDA). The women consumed proper amounts of *n*-3 fatty acids (96 % of RDA) and cholesterol (102 % of RDA), while the men consumed proper amounts of energy and monounsaturated fatty acids (95 % and 93 % of RDA). The two groups consumed too high amounts of saturated fatty acids (women – 128 % of RDA, men – 201 % of RDA); additionally the men declared to consume high amounts of total fatty acids and cholesterol (116 % and 201 % of RDA). It was found that both the men and the women consumed proper amounts of thiamine (B₁), i.e. 92 % and 98 % of RDA, respectively. In the case of other vitamins, viz. riboflavin (B₂), niacin (B₃) and pyridoxine (B₆), an excessive intake thereof was reported. The identified dietary errors are quantitative in nature and show abnormalities in the diet of the group of seniors surveyed, thus they will be applied as a basis for the planning and conducting of a survey research on a representative group of the elderly in order to fully assess the nutritional status of this population group. Also it is essential to educate seniors and their caregivers on the proper nutrition and diet.

Key words: the elderly, nutrition method, nutrients, energetic components, nutrition standards, assessment of nutrition ☒

EDYTA ŻYROMSKA, BEATA BILSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA

WYBRANE ZWYCZAJE ZAKUPOWE MIESZKAŃCÓW WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO JAKO PRZYCZYNA MARNOTRAWSTWA ŻYWNOŚCI

Streszczenie

Marnotrawienie żywności w gospodarstwach domowych staje się coraz większym problemem. Wzrastają dysproporcje między odsetkiem osób żyjących na skraju ubóstwa a odsetkiem osób ulegających konsumpcjonizmowi, wiążącemu się z nadmiarem kupowanej i następnie wyrzucanej żywności. Ograniczanie skali marnotrawienia żywności i podnoszenie świadomości konsumentów indywidualnych staje się jednym z głównych zadań dla rządów wielu krajów, w tym Polski.

Przeprowadzono badania ankietowe wśród mieszkańców województwa łódzkiego na temat zwyczajów zakupowych i ich wpływu na marnotrawstwo żywności w gospodarstwach domowych. Celem pracy było wskazanie przyczyn marnotrawienia żywności w gospodarstwach domowych, skutków takiego działania oraz znajomości problematyki marnotrawstwa żywności. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że znajomość problematyki marnotrawienia żywności nie jest wystarczająca. Do najczęściej wyrzucanych produktów spożywczych należały: pieczywo (6,3 %), potrawy ciepłe (4 %), zwiędnięte warzywa i owoce (2,4 %) oraz przeterminowane produkty spożywcze (2,4 %). Blisko 55 % kobiet i 60 % mężczyzn deklaroowało, że zdarzało im się kupować produkty spożywcze na zapas. Większość ankietowanych nie potrafiła oszacować, czy w gospodarstwie domowym generuje się więcej odpadów spożywczych niż w poprzednich latach. Respondenci nie byli w stanie jednoznacznie wskazać, czy problematyka marnotrawstwa żywności jest ważna. Wykazano, że kluczowym elementem w ograniczaniu marnowania żywności jest przygotowywanie listy zakupów, weryfikowanie stanu zapasów w domu oraz znajomość terminów określających przydatność do spożycia.

Słowa kluczowe: gospodarstwo domowe, województwo łódzkie, konsumpcja, marnotrawienie żywności, badania ankietowe

Wprowadzenie

Marnotrawienie żywności stanowiące jeden z istotniejszych problemów społecznego świata obserwuje się we wszystkich krajach. Zgodnie z piramidą potrzeb

*Mgr inż. E. Żyromska, dr inż. B. Bilka, prof. dr hab. D. Kołożyn-Krajewska, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa.
Kontakt: beata_bilka@sggw.edu.pl*

Masłowa [14] dostęp do żywności jest jednym z elementów niezbędnych do zaspokojenia potrzeb każdego człowieka. Wzrastający konsumpcjonizm powoduje, że konsumenci kupują coraz więcej żywności, której nie są w stanie spożyć w swoim gospodarstwie domowym, czego skutkiem jest wyrzucanie znaczących ilości produktów spożywczych. Według danych opublikowanych przez Parlament Europejski łączna ilość zmarnowanej żywności w łańcuchu produkcyjnym krajów UE sięga blisko 88 mln ton na rok. W przeliczeniu na jednego mieszkańca UE stanowi to blisko 173 kg żywności na rok [8, 9]. Najwięcej żywności z tego regionu marnują mieszkańcy [kg/rok/osobę]: Królestwa Niderlandów (ok. 541), Belgii (345), Cypru (321), Estonii (265) oraz Polski (247). Najmniej żywności marnują mieszkańcy [kg/rok/osobę]: Malty (76), Rumunii (76) i Słowenii (72). Już w 2010 r. Komisja Europejska szacowała, że pod koniec 2020 r. ilość marnowanej żywności w Europie przekroczy 126 mln ton [8].

Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) podaje, że blisko 1/3 żywności ulega zmarnotrawieniu na różnych etapach: produkcji podstawowej, wytwarzania, przechowywania czy sprzedaży detalicznej [10, 12]. Największy odsetek żywności, która jest marnotrawiona, pochodzi z gospodarstw domowych (blisko 53 %) [8]. Znacznie więcej żywności marnuje się w krajach o wysokim stopniu rozwoju, np. w krajach Europy czy Ameryki Północnej. W krajach słabo rozwiniętych gospodarczo ilość marnowanej żywności w przeliczeniu na mieszkańca sięga ok. 11 kg/rok [11].

Na poziomie Unii Europejskiej nie uzgodniono dotychczas jednej, wspólnej definicji marnotrawstwa żywności. W lipcu 2014 r. w ramach projektu FUSIONS (ang. *Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies*) zaproponowano definicję marnotrawstwa żywności, a w marcu 2016 r. metodykę pomiaru i monitorowania ilości odpadów [23]. Marnotrawstwo żywności dotyczy każdego produktu żywnościowego, zarówno części jadalnych jak i niejadalnych, które zostały przeznaczone na kompostowanie, produkcję bioenergii czy spalanie. Co istotne, według definicji FUSIONS produkty spożywcze przeznaczone na przerób na paszę dla zwierząt nie są traktowane jako odpad lub zmarnowana żywność.

Z raportu opublikowanego przez Federację Polskich Banków Żywności (FPBŻ) [19] wynika, że problem marnotrawienia żywności w Polsce istnieje i nie jest marginalny. Zagadnieniem marnotrawstwa żywności w gospodarstwach domowych zajmuje się wiele zespołów badawczych z całego świata, które podkreślają, że jest to istotne zagadnienie w każdym kraju i na każdym kontynencie. Wzrastający konsumpcjonizm to czynnik, który wymieniany jest jako jedna z przyczyn marnotrawienia żywności w gospodarstwach domowych [6, 25]. Blisko 42 % Polaków podaje, że zdarza im się wyrzucać żywność. Wśród produktów, które wyrzucane są najczęściej, znajdują się: pieczywo (23 %), wędliny (12,8 %) i świeże owoce (12,6 %). Jako przyczyny wyrzucania żywności Polacy wskazują na zepsucie produktów spożywczych (65,2 %), prze-

kroczenie daty ważności (42 %) oraz przygotowanie zbyt dużej ilości jedzenia (26,5 %) [19].

Zagadnienie marnotrawstwa żywności jest coraz częściej sygnalizowane w mediach, aby uświadamiać konsumentów, że narasta poważny problem gospodarczy i społeczny. Wyzwaniem będzie zrównoważone spożycie żywności jako alternatywa dla konsumpcjonizmu, co pozwoliłoby na ograniczanie marnotrawienia żywności i przyczyniłoby się do zmniejszenia problemu głodu.

Celem pracy było wskazanie głównych przyczyn marnotrawienia żywności w gospodarstwach domowych, skutków takiego działania oraz znajomości problematyki marnotrawstwa żywności wśród mieszkańców województwa łódzkiego.

Materiał i metody badań

Badania zostały zrealizowane w II, III i IV kwartale 2019 r. wśród mieszkańców województwa łódzkiego. Przeprowadzono badania ankietowe w dwóch formach – papierowej oraz elektronicznej, dostępnej na jednym z portali społecznościowych. Grupę badanych stanowiło 206 osób, które deklarowały, że zamieszkują województwo łódzkie. Szczegółową charakterystykę badanej grupy pod względem socjodemograficznym przedstawiono w tab. 1. Respondenci otrzymywali ankietę, która zawierała 31 pytań.

W niniejszej pracy omówiono wybrane wyniki, uzyskane po przeanalizowaniu odpowiedzi respondentów, dotyczące częstotliwości zakupu określonych grup produktów spożywczych, częstotliwości przygotowywania listy zakupów, zakupu produktów nieplanowanych, sprawdzania stanu zapasów przed zakupami, wykonywania określonych czynności w trakcie zakupów (np. zakupu produktów w promocyjnej cenie czy produktów z krótką datą ważności), częstotliwości wyrzucania określonych grup produktów spożywczych oraz znajomości informacji umieszczanych na etykietach produktów spożywczych.

Analizę statystyczną wykonano za pomocą programu Statistica wersja 13 (Stat-Soft). Stosowano test χ^2 umożliwiający testowanie hipotez: wiek respondentów wpływa na częstotliwość zakupu określonych grup produktów spożywczych, płeć ma wpływ na zwyczaje respondentów w trakcie zakupów, kobiety przywiązują większą wagę do analizowania etykiet produktów spożywczych niż mężczyźni. Analizę przeprowadzono przy uwzględnieniu parametrów stałych, zamieszczonych w metryczce (tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyka socjodemograficzna badanej grupy respondentów

Table 1. Socio-demographic profile of surveyed group of respondents

Cechy badanej populacji Features of surveyed population	Udział w badanej populacji Percentage of the surveyed population [%]
Płeć / Gender	
– Kobieta / Woman	71,0
– Mężczyzna / Man	29,0
Wiek / Age	
– 18 ÷ 25 lat / years old	7,8
– 26 ÷ 35 lat / years old	40,3
– 36 ÷ 45 lat / years old	25,2
– 46 ÷ 55 lat / years old	18,9
– 56 ÷ 65 lat / years old	5,8
– 66 i więcej / years and more	1,9
Wykształcenie respondentów / Respondents' education	
– Podstawowe / Primary	1,0
– Średnie / Secondary	5,9
– Zawodowe / Vocational	14,6
– Niepełne średnie / Incomplete secondary	5,4
– Wyższe / Higher	68,8
– Niepełne wyższe / Incomplete higher	4,4
Miejsce zamieszkania / Place of residence	
– Miasto / City > 500 000 mieszkańców / inhabitants	8,3
– Miasto / City 100 ÷ 500 000 mieszkańców / inhabitants	4,4
– Miasto / City 20 ÷ 100 000 mieszkańców / inhabitants	17,6
– Miasto / City < 20 000 mieszkańców / inhabitants	49,0
– Wieś / Village	20,6
Wielkość gospodarstwa domowego / Size of household	
– 1-osobowe / 1-person	13,1
– 2-osobowe / 2-person	34,5
– 3-osobowe / 3-person	34,5
– 4 osoby i więcej / 4-persons and more	18,0

Objaśnienie / Explanatory note:

n = 206.

Wyniki i dyskusja

Częstotliwość zakupu określonych grup produktów spożywczych

Respondentów poproszono o wskazanie, jak często kupowali określone grupy produktów spożywczych (tab. 2). W przypadku pieczywa połowa respondentów zadeklarowała, że kupowała produkty z tej grupy średnio co drugi dzień. Produkty zbożowe najczęściej kupowano 2 razy w tygodniu. Ciasta, świeże mięso drobiowe i ryby kupowano najczęściej 1 do 2 razy w miesiącu.

Tabela 2. Częstotliwość zakupu określonych grup produktów spożywczych

Table 2. Frequency of buying different group of food products

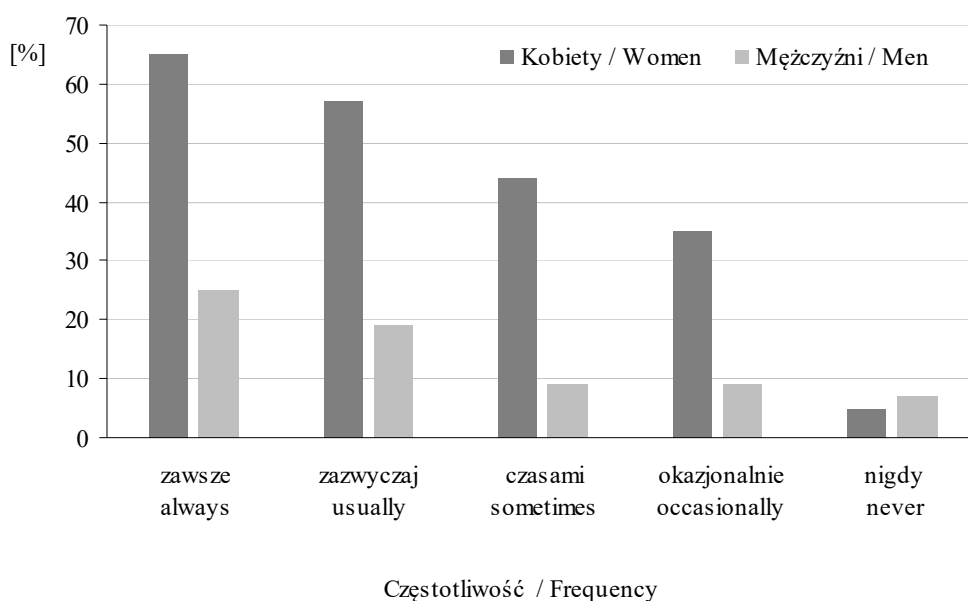
Produkty / Products	Częstotliwość zakupu produktów spożywczych [% najczęściej udzielanych odpowiedzi] Frequency of buying food products [% of most frequent answers]
Pieczyno Bakery products	– 50 % kupuje co drugi dzień / buy every second day – 31 % kupuje codziennie / buy everyday
Produkty zbożowe, cukier Cereal products, sugar	– 43,2 % kupuje średnio 2 razy w tygodniu buy twice a week on average – 40,1 % kupuje średnio 1 - 2 razy w miesiącu buy once or twice a month on average
Ciasta Pastries	– 39,3 % kupuje średnio 1 - 2 razy w miesiącu buy once or twice a month on average – 31,6 % kupuje średnio 1 - 2 razy w tygodniu buy once or twice a week on average
Świeże mięso drobiowe Fresh poultry meat	– 39,9 % kupuje średnio 1 - 2 razy w miesiącu buy once or twice a month on average – 30,1 % kupuje średnio 1 - 2 razy w tygodniu buy once or twice a week on average
Świeże ryby Fresh fish	– 37,4 % kupuje średnio 1 - 2 razy w miesiącu buy once or twice a month on average – 26,2 % kupuje rzadziej niż 1 raz w miesiącu buy less than once in month
Świeże owoce Fresh fruits	– 37,8 % kupuje średnio 1 - 2 razy w miesiącu buy once or twice a month on average – 27,6 % kupuje średnio 1 - 2 razy w tygodniu buy once or twice a week on average
Świeże warzywa (z wyjątkiem korzeniowych) / Fresh vegetables (except for root vegetables)	– 34,9 % kupuje średnio 1 - 2 razy w miesiącu buy once or twice a month on average – 30,0 % kupuje średnio 1 - 2 razy w tygodniu buy once or twice a week on average

Wiek i wykształcenie respondentów a częstotliwość zakupu określonych produktów spożywczych

Wykazano statystycznie istotną zależność ($p < 0,05$) między wiekiem respondentów a częstotliwością zakupu świeżych ryb. Grupą, która nabywała świeże ryby średnio 1 - 2 razy w tygodniu były najczęściej osoby w przedziale wiekowym 36 - 45 lat. Statystycznie istotne zależności odnotowano również między wykształceniem respondentów a częstotliwością kupowania mięsa drobiowego. ($p < 0,05$). Osoby z wykształceniem podstawowym kupowały świeże mięso drobiowe rzadziej niż osoby z wykształceniem wyższym czy średnim.

Zwyczaje w trakcie zakupu produktów spożywczych

Istotnym elementem wpływającym na ilość kupowanej żywności są zwyczaje towarzyszące robieniu zakupów, które przedstawiono na rys. 1. Zdecydowana większość respondentów zadeklarowała, że zawsze przed zakupami sprawdza w domu stan zapasów. Ponad połowa respondentów podała, że zazwyczaj przygotowuje listę zakupów przed udaniem się do sklepu. Kobiety zdecydowanie częściej przygotowywały listę zakupów niż mężczyźni. Większość kobiet deklaruowała, że zawsze przygotowuje listę zakupów (rys. 1).



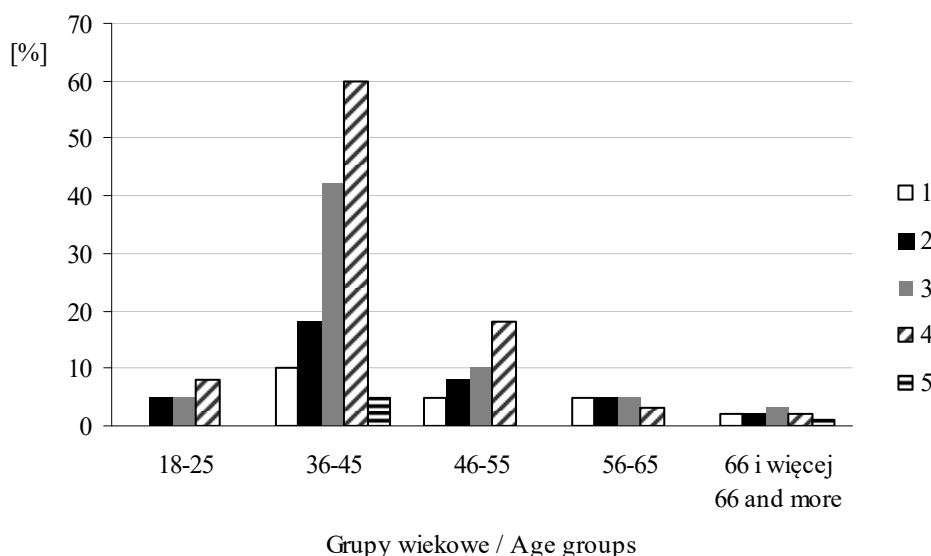
Objaśnienie / Explanatory note:
n = 206.

Rys. 1. Przygotowywanie listy zakupów w zależności od płci respondentów
Fig. 1. Preparation of shopping list depending on the gender of the respondents

Po analizie zależności między płcią a częstotliwością robienia zakupów na zapas stwierdzono, że 55 % kobiet deklaruowało robienie okazjonalnych zapasów w trakcie zakupów. Blisko 60 % kobiet wskazało, że czasami zdarza im się kupować produkty na zapas. Mężczyźni zaznaczali, że zdarza im się robić zakupy na zapas, ale okazjonalnie.

Grupą osób, która najczęściej twierdziła, że kupuje produkty nieplanowane, byli respondenci w przedziale wiekowym 36 - 45 lat. Deklarowali oni wykonywanie tej czynności okazjonalnie (30 %) i czasami (50 %) – rys. 2. Produkty nieplanowane ku-

powali przede wszystkim mieszkańcy małych miast – czasami lub okazjonalnie. Zakup produktów spożywczych nieplanowanych jest domeną osób prowadzących gospodarstwa jednoosobowe, którzy przyznali, że zakupy takich produktów zdarza im się robić okazjonalnie.



Objaśnienia / Explanatory notes:

n = 206; 1 – zawsze / always, 2 – zazwyczaj / usually, 3 – czasami / sometimes, 4 – okazjonalnie / occasionally, 5 – nigdy / never.

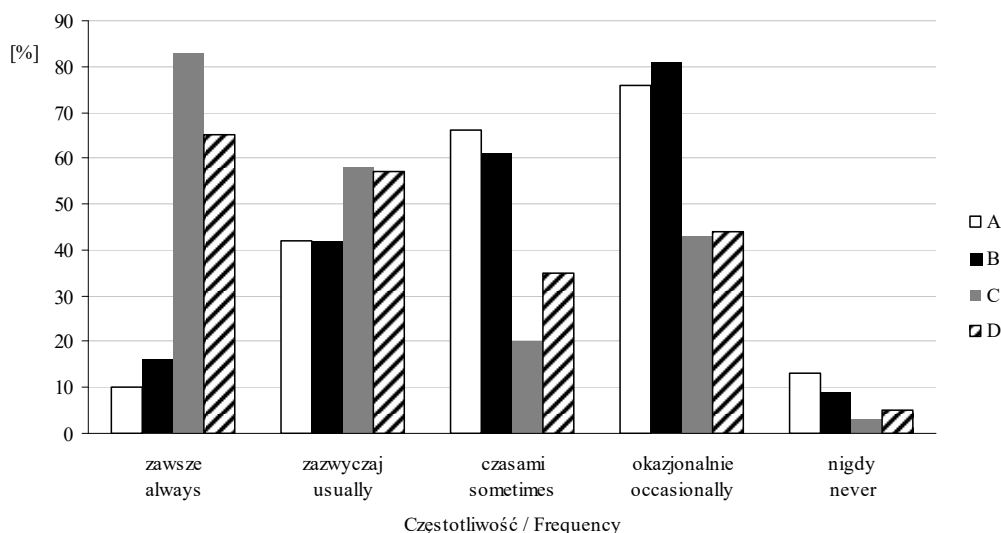
Rys. 2. Zakup produktów nieplanowanych w zależności od wieku respondentów

Fig. 2. Purchase of unplanned products depending on the age of respondents

Ponad połowa respondentów deklarowała, że czasami zdarza im się robić zakupy na zapas. Z danych opublikowanych przez Polską Federację Banków Żywności [19] wynika, że blisko 42 % Polaków wyrzuca żywność. Jedną z przyczyn takich zachowań jest nabywanie zbyt dużej ilości produktów spożywczych w stosunku do potrzeb.

Blisko połowa badanych podała, że okazjonalnie kupuje produkty niekształtne, małe i zdeformowane. Kupowanie takich produktów może ograniczyć marnotrawstwo żywności na etapie handlu. Akcje prowadzone przez duże sieci sklepów jak Tesco czy Lidl [5] umożliwiają zakup niekształtnych produktów w niższych cenach, co może być zachętą dla klientów do ich nabywania. Takie podejście pozwala zmniejszyć ilość wyrzucanych przez sieci produktów spożywczych, jednak nie można jednoznacznie stwierdzić, czy zakup tego rodzaju produktów spożywczych przyczynia się do ograniczenia marnotrawstwa w gospodarstwach domowych. Podobny odsetek respondentów wskazał, że okazjonalnie kupuje produkty spożywcze z bardzo krótką datą ważności.

Co trzeci ankietowany czasami nabywał takie produkty. Okazjonalny zakup produktów w promocyjnej cenie deklarowało 25 % badanych. Co trzeci ankietowany przyznał, że okazjonalnie zdarza mu się sprawdzać stan opakowań produktów spożywczych i również co trzeci – w ogóle tego nie robi (rys. 3).



Objaśnienia / Explanatory notes:

n = 206; A – robienie zakupów na zapas / stocking up, B – zakup produktów spożywczych, które nie były planowane / purchasing unplanned products, C – sprawdzenie przed zakupami zapasów w domu / checking food supplies at home prior to shopping, D – przygotowanie listy potrzebnych produktów / preparation of list of products needed.

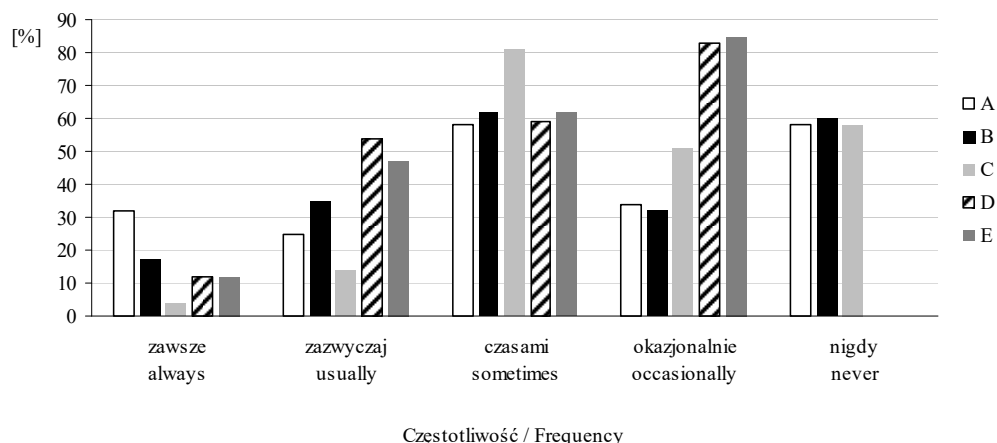
Rys. 3. Częstotliwość wykonywania czynności deklarowanych przed zakupami i w ich trakcie

Fig. 3. Frequency of performing individual activities declared prior to and during shopping

Jedna trzecia badanych podkreśliła, że okazjonalnie sprawdza daty przydatności do spożycia kupowanych produktów spożywczych lub nigdy tego nie robi. Jedynie 15 % respondentów deklarowało, że zawsze weryfikuje tę informację (rys. 4).

Odnotowano statystycznie istotne różnice między płcią a robieniem zakupów na zapas ($p < 0,05$). Kobiety blisko trzy razy częściej decydowały się na robienie zakupów na zapas i określały ich częstotliwość jako „zazwyczaj”. Trzy razy więcej kobiet niż mężczyzn deklarowało, że nigdy nie robi zakupów na zapas.

Planowanie zakupów jest jednym z istotnych elementów pozwalających ograniczyć marnowanie żywności [4]. Porównanie wyników własnych z danymi, które opublikowali m.in. Parizeau i wsp. [18] oraz Secondi i wsp. [20] pozwala na stwierdzenie, że świadome planowanie zakupów odgrywa istotną rolę w ograniczaniu



Objaśnienia / Explanatory notes:

n = 206; A – sprawdzanie daty przydatności do spożycia / checking best-before-date, B – sprawdzanie stanu opakowania / checking condition of packaging, C – zakup produktów w promocyjnej cenie z bardzo krótką datą ważności / buying products at promotional price with a very short expiration date, D – zakup produktów spożywczych z bardzo krótką datą ważności / buying products with a very short expiration date, E – zakup niekształtnych, małych, zdeformowanych owoców i warzyw / buying misshapen, small and deformed fruits and vegetables.

Rys. 4. Częstotliwość wykonywania poszczególnych czynności w trakcie zakupów

Fig. 4. Frequency of performing individual activities during shopping

marnowania żywności. To, jak ważne jest przygotowywanie listy zakupów, wykazał Papaj [17] prowadzący badania dotyczące nawyków konsumenckich wśród mieszkańców Polski i Portugalii. Zdaniem autora więcej niż połowa Polaków zawsze lub bardzo często przygotowuje listę zakupów, co potwierdzono w badaniach własnych. Jörisen i wsp. [13] przeprowadzili badania w Niemczech oraz we Włoszech i dowiedli, że przygotowanie listy zakupów produktów spożywczych redukuje marnowanie żywności o 20 %. Na problem kupowania nieplanowanych produktów spożywczych uwagę zwrócili także Bilska i wsp. [2], którzy odnotowali, że nawet co piąta badana osoba kupowała nieplanowane produkty spożywcze. Nieplanowane zakupy mogą być również powiązane z rutyną, na którą wskazują Stancu i wsp. [21]. Zakup dużej ilości produktów spożywczych w powiązaniu z rutyną i brakiem weryfikowania dat przydatności do spożycia to główne przyczyny marnotrawienia żywności podane w raporcie WRAP [29]. Marnotrawstwo żywności staje się elementem coraz częściej uwzględnianym w marketingu firm. Przykładem takich działań jest m.in. kampania sieci Lidl [5], podczas której nagłośniono w mediach problem marnotrawstwa żywności. Dodatkowo firma utworzyła półki z produktami, którym kończy się termin przydatności do spożycia, dzięki czemu można je kupić w niższej cenie.

Częstotliwość wyrzucania określonych grup produktów spożywczych

Respondentów poproszono o wskazanie, jak często wyrzucają określone produkty spożywcze, których jakość nie pozwalała na dalsze ich spożycie. Codziennie wyrzucono pieczywo (6,3 %) i półprodukty (np. surowe, panierowane mięso) – 2 %; bardzo często – potrawy ciepłe (4 %), zwiędnięte warzywa i owoce (2,4 %) oraz przeterminowane produkty spożywcze (2,4 %). Badani respondenci nie wymienili innych przyczyn (aniżeli wyszczególnione w ankiecie) wyrzucania żywności, np. z uwagi na możliwość występowania w niej ciał obcych, które mogłyby być istotnym zagrożeniem fizycznym [26]. Szczegółowe wyniki przedstawiono w tab. 3.

Tabela 3. Częstotliwość wyrzucania określonych grup produktów spożywczych

Table 3. Frequency of throwing away specific group of food products

Produkty / Products	Częstotliwość wyrzucania produktów [% najczęściej udzielanych odpowiedzi] Frequency of throwing away products [% of most frequent answers]
Półprodukty, np. surowe, panierowane mięso / Semi-finished products, for e.g. raw, breaded meat	– 40,3 % wyrzuca okazjonalnie / throw away occasionally – 33,0 % wyrzuca czasami / throw away sometimes
Półprodukty serwowane na zimno (sałaty, sałatki, surówki, przekąski) / Semi-finished products served cold (e.g. salads, snacks)	– 61,2 % wyrzuca okazjonalnie / throw away occasionally – 28,2 % wyrzuca czasami / throw away sometimes
Potrawy ciepłe Warm meals	– 59,7 % wyrzuca okazjonalnie / throw away occasionally – 23,3 % wyrzuca czasami / throw away sometimes
Pieczywo Bakery products	– 52,9 % wyrzuca okazjonalnie / throw away occasionally – 28,2 % wyrzuca czasami / throw away sometimes
Zwiędnięte warzywa i owoce Wilted vegetables and fruits	– 61,7 % wyrzuca okazjonalnie / throw away occasionally – 29,6 % wyrzuca czasami / throw away sometimes
Przeterminowane produkty Expired products	– 61,7 % wyrzuca okazjonalnie / throw away occasionally – 30,1 % wyrzuca czasami / throw away sometimes
Produkty napoczęte z oznakami zepsucia Products opened with signs of deterioration	– 56,8 % wyrzuca okazjonalnie / throws away occasionally – 35,4 % wyrzuca czasami / throw away sometimes

Produkty wyrzucane czasami, najczęściej napoczęte z oznakami zepsucia czy produkty przeterminowane, zaznaczył co trzeci respondent. Ponad połowa badanych przyznała, że okazjonalnie wyrzuca zwiędnięte warzywa i owoce, produkty przeterminowane i produkty bez widocznych oznak zepsucia. Co drugi ankietowany wskazał, że wyrzuca produkty napoczęte z oznakami zepsucia. Wyrzucanie takiej żywności mogło uchronić konsumentów przed spożyciem produktów o nieodpowiedniej jakości zdrowotnej, związanej z brakiem należytej dbałości producenta o ich bezpieczeństwo [24,

27]. Produktami spożywczymi, które według badań CBOS [7] statystyczny Polak czasami wyrzuca, są przede wszystkim pieczywo (49 %), warzywa korzeniowe (37 %), świeże owoce (46 %) i mięso (10 %).

Wyniki badań innych autorów wskazują na podobne tendencje. Statystyczny Niemiec i Włoch marnuje podobne produkty spożywcze – przeważają owoce, pieczywo, warzywa i ser [28]. W Wielkiej Brytanii [29] wśród produktów spożywczych, które najczęściej są wyrzucane przez konsumentów dominują warzywa, pieczywo, ciasta, produkty mleczne, jaja i resztki talerzowe. Pieczywo jest jednym z najczęściej wyrzucanych produktów spożywczych, a jednocześnie kupowanym codziennie, co wykazano zarówno w badaniach własnych, jak Starmayra i wsp. [22] oraz Bilskiej i wsp [3].

Znajomość informacji zamieszczanych na etykietach produktów spożywczych

Istotnym elementem wpływającym na ilość żywności, która nie zostaje spożyta, jest znajomość i rozumienie informacji zamieszczanych na etykietach produktów spożywczych. Wśród ankietowanych 36 % zaznaczyło, że nie wie, czy informacja zamieszczona na opakowaniu „należy spożyć do...” i „najlepiej spożyć przed...” oznacza to samo. Grupa 42 % respondentów stwierdziła jednak, że podane zwroty nie oznaczają tego samego. Ankietowani poproszeni o podanie, co oznacza zwrot „najlepiej spożyć przed...” w większości zaznaczyli datę, po upływie której produkt może stracić walory jakościowe. Niespełna jedna trzecia respondentów wskazała, że zwrot oznacza datę, po upływie której produkt nie może być wykorzystany. Po uwzględnieniu płci ankietowanych stwierdzono, że kobiety zdecydowanie częściej deklarowały weryfikowanie etykiet produktów spożywczych podczas zakupów. Zaznaczyły, że wykonują tę czynność zawsze (11 %) lub zazwyczaj (9 %). Blisko połowę ankietowanych, którzy uznali, że termin „najlepiej spożyć przed...” i „należy spożyć do...” oznacza to samo, stanowiły jednak kobiety. Co trzeci ankietowany wskazał na zbyt krótką datę przydatności do spożycia jako powód do wyrzucania produktów spożywczych z częstotliwością – czasami. Zbyt krótka data przydatności do spożycia była dla 40 % ankietowanych przyczyną do okazjonalnego wyrzucania żywności. Zwrot „najlepiej spożyć przed...” oznacza datę, po upływie której produkt może stać się niebezpieczny dla konsumenta (np. może spowodować zatrucie) – tak twierdziło 52 % respondentów. Z kolei 78 % respondentów uważało, że wymieniony termin oznacza datę, po upływie której produkt może stracić walory jakościowe, a dla co trzeciego ankietowanego zwrot ten oznaczał datę, po upływie której produkt nie może zostać wykorzystany. Respondenci uważali, że zwrot „najlepiej spożyć przed...” znajduje się na etykietach takich produktów spożywczych, jak jogurt i maślanka (66 % odpowiedzi), kukurydza w puszcze (60 %), kasza (30 %), mąka (29,6 %), wędliny (28 %) i jaja (25 %).

Z badań Instytutu Millward Brown SMG/KRC [cyt. za 2] wynika, że jedną z przyczyn wyrzucania żywności jest m.in. nieznanomość etykiet produktów spożywczych. Brak weryfikacji etykiet produktów spożywczych w zakresie terminu przydatności do spożycia i często niezrozumienie terminów, które pojawiają się na etykietach mogą stanowić jedną z przyczyn marnotrawstwa żywności. Problem z rozróżnianiem znaczenia terminów „najlepiej spożyć przed” i „należy spożyć do”, jako jeden z kluczowych elementów generowania marnotrawstwa żywności, został również dostrzeżony przez Dąbrowską i Janoś-Kresło [6]. Zielińska i wsp. [30] wykazały, że kobiety częściej niż mężczyźni weryfikują datę przydatności do spożycia produktów spożywczych. Dane wymienionych autorek pokrywają się z raportem opublikowanym przez Komisję Europejską [9]. Do podobnych wniosków doszli Neff i wsp. [16], którzy wykazali, że kobiety przywiązują większą wagę do weryfikacji etykiet produktów spożywczych niż mężczyźni. Dodatkowo, jak zauważają Zielińska i wsp. [30], połowa respondentów nie widziała różnicy pomiędzy zwrotami „należy spożyć do...” i „najlepiej spożyć przed”, a co piąty ankietowany wskazywał na trudności ze zrozumieniem informacji na etykietach.

Kolejnym ważnym aspektem jest świadome planowanie zakupów. Beretta i wsp. [1] oraz Upadhyaya [28] potwierdzają, że rozsądne, świadome robienie zakupów może znacząco ograniczyć problem związany z wyrzucaniem żywności. W raporcie FPBŻ [19] jako główne przyczyny marnotrawienia żywności również podano przeoczenie terminu przydatności do spożycia, zbyt duże zakupy, zbyt duże porcje posiłków, zepsucie żywności i nieprzemyślane zakupy. Stwierdzono również, że 64,0 % Polaków nie rozróżnia pojęć “najlepiej spożyć przed...” oraz “należy spożyć do...”. Blisko 42 % ankietowanych przyznało, że zdarza się im wyrzucać żywność, 1,1 % potwierdziło, że wyrzuca żywność często, 9,7 % marnuje w ten sposób żywność czasami, a 31,0 % – rzadko. Respondentów biorących udział w badaniach własnych poproszono o odniesienie się do twierdzeń na temat częstotliwości wyrzucania żywności w gospodarstwie domowym przy możliwych opcjach odpowiedzi: zdecydowanie się zgadzam, raczej się zgadzam, trudno powiedzieć, raczej nie, zdecydowanie nie. Większość respondentów zaznaczyła, że trudno jednoznacznie powiedzieć, czy w ich gospodarstwie domowym wyrzuca się więcej żywności niż kiedyś (tab. 4).

Co trzeciemu ankietowanemu trudno było powiedzieć, czy temat marnowania żywności jest coraz bardziej powszechny, jednak taki sam odsetek wskazał, że za mało jest programów edukacyjnych, które poruszają problematykę marnowania żywności. Jedynie dla 9 % respondentów problem marnowania żywności okazał się zdecydowanie ważny.

Tabela 4. Odpowiedzi respondentów na pytanie: Czy w Pana/Pani gospodarstwie domowym wyrzuca się mniej/więcej żywności niż rok temu?

Table 4. Respondent's answers to question: Do you throw away less/more food in your household compared to the last year?

Odpowiedź do wyboru przez respondenta Answer to be chosen by respondent	Obecnie w naszym domu wyrzucamy mniej żywności niż rok temu [% odpowiedzi] Now we throw away less food than last year [% of answer]	Obecnie w naszym domu wyrzucamy więcej żywności niż rok temu [% odpowiedzi] Now we throw away more food than last year [% of answer]
Zdecydowanie się zgadzam I definitely agree	14,0	2,0
Raczej się zgadzam I rather agree	18,0	13,0
Trudno powiedzieć Hard to say	31,5	41,3
Raczej nie / Rather not	34,5	32,1
Zdecydowanie nie Definitely not	2,0	11,6

Wnioski

1. Znajomość problematyki marnotrawienia żywności nie jest wystarczająca. Większość ankietowanych nie potrafiła oszacować, czy w gospodarstwie domowym marnowane jest więcej żywności niż w poprzednich latach. Podobnie ankietowani nie byli w stanie jednoznacznie powiedzieć, czy problematyka marnotrawienia żywności jest ważna.
2. Kobiety deklarowały, że przygotowują listę zakupów.
3. Co trzeci ankietowany nie był w stanie wyjaśnić, co oznacza sformułowanie „najlepiej spożyć przed”. Może to świadczyć o problemach ze zrozumieniem i znajomością oznaczeń na etykietach produktów spożywczych.
4. Większość kupowanych codziennie produktów, jak np. pieczywo, stanowiło największy odsetek żywności wyrzucanej z powodu utraty świeżości.
5. Przyczynami marnowania żywności przez respondentów z województwa łódzkiego były przede wszystkim: zbyt duże zakupy, zakup produktów spożywczych bez przygotowanej listy zakupów, niezwracanie uwagi na stan opakowań produktów spożywczych i datę przydatności do spożycia, a także problem ze znajomością informacji zamieszczanych na etykietach produktów spożywczych.

Praca finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach środków na utrzymanie potencjału badawczego Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie.

Literatura

- [1] Beretta C., Stoessel F., Baier U., Hellweg S.: Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Management*, 2013, 33, 764-773.
- [2] Bilaska B., Grzebińska W., Tomaszewska M., Rudziński M.: Marnotrawstwo żywności jako przykład nieefektywnego zarządzania w gospodarstwie domowym. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 2015, 17 (4), 39-43.
- [3] Bilaska B., Tomaszewska M., Kołożyn-Krajewska D., Piecek M.: Segmentation of Polish households taking into account food waste. *Foods*, 2020, 4, 1-19.
- [4] Bilaska B., Tomaszewska M., Kołożyn-Krajewska D.: Analysis of the behaviors of Polish consumers in relation to food waste. *Sustainability*, 2020, 12 (1), #304.
- [5] Lidl: Czym jest dla nas zrównoważony rozwój? [on-line]. Dostęp w Internecie [8.11.2020]: <https://kimjestesmy.lidl.pl/zrownowazony-rozwoj/jak-nie-marnowac>
- [6] Dąbrowska A., Janoś-Kresło M.: Marnowanie żywności jako problem społeczny. *Handel Wewnętrzny*, 2013, 4 (345), 14-26.
- [7] CBOS: Deklaracje Polaków dotyczące marnowania żywności. [on line]. CBOS 2016. Dostęp w Internecie [08.11.2020]: https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2016/K_115_16.PDF
- [8] Food Waste. [on line]. Komisja Europejska Unii Europejskiej. Dostęp w Internecie [25.06.2020]: https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste_en
- [9] Food Waste: The problem in the EU in numbers. [on line]. Parlament Europejski. Dostęp w Internecie [05.05.2020]: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20170505STO73528/food-waste-the-problem-in-the-eu-in-numbers-infographic>
- [10] Franke U., Einarson E., Andréen N., Svanes E., Hartikainen H., Mogensen L.: Kartlaggning av matsvinnet i primärproduktionen. Nordiska ministerrådet, Kopenhamn 2013.
- [11] Gustavsson J., Cederberg C., Sonesson U., van Otterdijk R., Meybeck A.: Global Food Losses and Food Waste – Extent, Causes and Prevention. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 2011.
- [12] Hanssen O.J., Ekegren P., Gram-Hanssen I., Korpela P., Langevad-Clifforth N., Skov-Olsen K., Silvennoinen K., Stare M., Stenmarck A., Svanes E.: Food Redistribution in the Nordic Region. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2014.
- [13] Jörissen J., Priefer C., Bräutigam K.-R.: Food waste generation at household level: Results of a survey among employees of two European research centers in Italy and Germany. *Sustainability*, 2015, 7, 2695-2715.
- [14] Maslow A.H.: A theory of human motivation. *Psychol. Revi.*, 1943, 50 (4), 370-396.
- [15] Monier V., Mudgal S., Escalon V., O'Connor C., Gibon T., Anderson G., Montoux H.: Preparatory Study on Food Waste Across EU 27. European Communities, 2010.
- [16] Neff R.A., Spiker M., Rice C., Schklair A., Greenberg S., Leib E.B.: Misunderstood food date labels and reported food discards: A survey of U.S. consumer attitudes and behaviors. *Waste Management*, 2019, 86, 123-132.
- [17] Papaj K.A.: Food Waste - Policies, Initiatives and Consumer Behavior. Case study: Poland and Portugal. [on line]. Ph.D. Thesis. Universidade Nova de Lisboa, Lisbon, Portugal, 2016. Dostęp w Internecie [03.06.2020]: https://run.unl.pt/bitstream/10362/20044/1/Papaj_2016.pdf
- [18] Parizeau K., von Massow M., Martin R.: Household-level dynamics of food waste production and related beliefs, attitudes, and behaviors in Guelph, Ontario. *Waste Management*, 2015, 35, 207-217.
- [19] Raport Federacji Polskich Banków Żywności. Nie marnuj jedzenia 2019. [on line]. Banki Żywności. Dostęp w Internecie [03.06.2020]: https://niemarnuje.bankizywnosci.pl/wp-content/uploads/2019/11/banki-zcc87ywnosci_-raport-nie-marnuj-jedzenia-2019.pdf
- [20] Secondi L., Principato L., Laureti T.: Household food waste behavior in EU-27 countries: A multi-level analysis. *Food Policy*, 2015, 56, 25-40.
- [21] Stancu V., Haugaard P., Lähteenmäki L.: Determinants of consumer food waste behavior: Two routes to food waste. *Appetite*, 2016, 96, 7-17.

- [22] Starmayr B.: 10 Antworten zum Brot- und Gebäckkonsum in Österreich, Ergebnisse der Umfrage „Brot 08“. Backaldrin Österreich GmbH, Asten, Austria, 2008.
- [23] Stenmarck A., Jensen C., Quested T., Moates G.: Estimates of European Food Waste Levels. Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, Sweden, 2016.
- [24] Szymczak B., Szymczak M., Trafialek J.: Prevalence of *Listeria* species and *L. monocytogenes* in ready-to-eat foods in the West Pomeranian region of Poland: Correlations between the contamination level, serogroups, ingredients, and producers. Food Microbiol., 2020, 91, #103532.
- [25] Śmiechowska M.: Zrównoważona konsumpcja a marnotrawstwo żywności. Ann. Acad. Med. Gedan., 2015, 45, 89-97.
- [26] Trafialek J., Kaczmarek S., Kolanowski W.: The risk analysis of metallic foreign bodies in food products. J. Food Qual., 2016, 39 (4), 398-407.
- [27] Trafialek J., Laskowski W., Kolanowski W.: The use of Kohonen's artificial neural networks for analyzing the results of HACCP system declarative survey. Food Control, 2015, 51, 263-269.
- [28] Upadhyaya A.: An Analysis of Food Waste in Germany. Master Thesis. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen 2019.
- [29] WRAP: The Food we waste: A study of the amount, types and nature of the food we throw away in UK households. Banbury, UK, 2008. [on line]. Dostęp w Internecie [11.05.2020]: https://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Household_food_and_drink_waste_in_the_UK_-_report.pdf
- [30] Zielińska D., Bilska B., Marciniak-Lukasiak K., Łepecka A., Trzaskowska M., Neffé-Skocińska K., Tomaszewska M., Szydłowska A., Kołożyn-Krajewska D.: Consumer understanding of the date of minimum durability of food in association with quality evaluation of food products after expiration. Int. J. Environ. Res. Public Health, 2021, 17 (5), 1-19.

SELECTED SHOPPING HABITS OF INHABITANTS IN ŁÓDŹ VOIVODESHIP AS CAUSE OF FOOD WASTE

S u m m a r y

Food waste in households has become more of a problem. Disparities have grown between people living on the edge of poverty and those succumbed to consumerism correlated with acquisition of excessive amounts of food that is then thrown away. One of the main tasks for governments in many countries, including Poland, is to reduce the scale of food waste and to raise awareness of individual consumers.

A questionnaire survey research was conducted amongst inhabitants in the Łódź voivodeship and its topic covered the individual shopping habits and their effect on food waste in households. The objective of the research study was to identify the causes of food waste in households, the consequences thereof and to show the knowledge of food waste issues. Based on the research results it was found that the knowledge of food waste issues was insufficient. The most commonly thrown away food products were: bakery products (6.3 %), warm meals (4 %), wilted vegetables and fruits (2.4 %) and food products past their expiration date (2.4 %). Almost 55 % of women and 60 % of men declared they happened to stock up on food. The majority of respondents were not able to estimate whether or not their households generated more food waste compared to previous years. The respondents were not able to explicitly indicate whether or not the food waste issue was important. It was proved that the key element in reducing food waste was to prepare a shopping list, to check food supplies at home and to know the expiration dates of food products.

Key words: household, Łódź voivodeship, consumption, food waste, questionnaire survey research 

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOSCIOWA 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 30 czerwca 2020 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 25 maja 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań w zakresie wytwarzania i jakości materiału rozmnożeniowego i materiału nasadzeniowego roślin warzywnych i ozdobnych oraz sadzonek winorośli, a także sposobu oznaczania partii materiału rozmnożeniowego i materiału nasadzeniowego roślin warzywnych i ozdobnych oraz sadzonek winorośli (Dz. U. 2020 r., poz. 980).

W rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 29 listopada 2012 r. w sprawie wymagań w zakresie wytwarzania i jakości materiału rozmnożeniowego i materiału nasadzeniowego roślin warzywnych i ozdobnych oraz sadzonek winorośli, a także sposobu oznaczania partii materiału rozmnożeniowego i materiału nasadzeniowego roślin warzywnych i ozdobnych oraz sadzonek winorośli wprowadzono zmiany w załącznikach do rozporządzania. Zmiany te dotyczą:

- wymagań w zakresie wytwarzania i jakości materiału rozmnożeniowego i materiału nasadzeniowego roślin warzywnych,
- wymagań w zakresie wytwarzania i jakości materiału rozmnożeniowego i materiału nasadzeniowego roślin ozdobnych.

2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 czerwca 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków pobierania próbek artykułów rolno-spożywczych (Dz. U. 2020 r., poz. 987).
Zmiany w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi dotyczą pobierania, przechowywania i transportu średnich próbek.
3. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dn. 21 maja 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie rozpuszczalników ekstrakcyjnych, które mogą być stosowane w produkcji żywności (Dz. U. 2020 r., poz. 1011).
Obwieszczenie zawiera jednolity tekst rozporządzenia Ministra Zdrowia z dn. 4 września 2008 r. w sprawie rozpuszczalników ekstrakcyjnych, które mogą być stosowane w produkcji żywności.
4. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dn. 21 maja 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych, środków spożywczych zawierających grzyby oraz uprawnień klasyfikatora grzybów i grzyboznawcy (Dz. U. 2020 r., poz. 1048).
Minister Zdrowia w niniejszym obwieszczeniu ogłosił jednolity tekst rozporządzenia z dn. 17 maja 2011 r. w sprawie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych, środków spożywczych zawierających grzyby oraz uprawnień klasyfikatora grzybów i grzyboznawcy.
5. Ustawa z dnia 7 maja 2020 r. o zmianie ustawy o nawozach i nawożeniu oraz ustawy o Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa (Dz. U. 2020 r., poz. 1069).
Ustawa wprowadziła zmiany w ustawie z dn. 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu.
6. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 22 czerwca 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie znakowania poszczególnych rodzajów środków spożywczych (Dz. U. 2020 r., poz. 1149).
Wprowadzono zmiany w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 23 grudnia 2011 r. w sprawie znakowania poszczególnych rodzajów środków spożywczych. Dotyczą one znakowania świeżego, schłodzonego i zamrożonego mięsa ze świń, owiec, kóz i drobiu.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (UE) 2020/771 z dn. 11 czerwca 2020 r. zmieniające załączniki II i III do Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 oraz załącznik do Rozporządzenia Komisji (UE) nr 231/2012 w odnie-

- sieniu do stosowania annato, biksyny, norbiksyny (E 160b) (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. U. L 2020 r., 184, s. 25).
2. Do dnia 2 stycznia 2021 r. żywność zawierająca annato, biksynę, norbiksynę (E 160b), które są wytwarzane i oznakowane zgodnie z przepisami obowiązującymi przed dniem 2 lipca 2020 r., może być nadal wprowadzana do obrotu. Po tej dacie wspomniana żywność może pozostać w obrocie do wyczerpania zapasów.
 3. Rozporządzenie Komisji (UE) 2020/763 z dnia 9 czerwca 2020 r. zmieniające załącznik do Rozporządzenia (UE) nr 231/2012 ustanawiającego specyfikacje dla dodatków do żywności wymienionych w załącznikach II i III do Rozporządzenia (WE) nr 1333/2008 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do specyfikacji dla fosforanu triwapniowego (E 341 (iii)) (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. U. L 2020 r., 182, s. 8).

Wprowadzono nową definicję: „Fosforan triwapniowy jest mieszaniną fosforanów wapnia w różnych proporcjach, otrzymaną w wyniku neutralizacji kwasu fosforowego wodorotlenkiem wapnia lub węglanem wapnia i posiadającą przybliżony skład $10\text{CaO}\cdot 3\text{P}_2\text{O}_5\cdot \text{H}_2\text{O}$ ”. ☒

NOWE KSIĄŻKI

Essentials of Food Chemistry

[Podstawy chemii żywności]

Jianquan Kan, Kewei Chen (Eds.)

Wydawnictwo: Springer Singapore, 2021, ISBN 978-981-16-0609-0, liczba stron 534, cena 88,39 EUR

Zamówienia: <https://springer.com>

Książka zawiera podstawowe i praktyczne informacje dotyczące chemii żywności. Przy użyciu kodów kreskowych 2D zilustrowano specyficzne reakcje i potencjalne mechanizmy transformacji składników żywności podczas różnych procesów przetwarzania i przechowywania. Każdy z rozdziałów zawiera również materiały dydaktyczne w postaci pytań i odpowiedzi oraz wskazówek do dyskusji. Opracowanie jest podzielone na dwanaście rozdziałów obejmujących poszczególne składniki odżywcze, w tym: wodę, białka, węglowodany, lipidy, witaminy, związki mineralne, enzymy, barwniki, substancje smakowe, dodatki i szkodliwe składniki. Opisano także przemiany zachodzące podczas procesów produkcyjnych oraz typowe lub zaawansowane metody podwyższenia jakości i bezpieczeństwa żywności.

Food Hydrocolloids – Functionalities and Applications

[Hydrokoloidy spożywcze – funkcje i zastosowania]

Yapeng Fang, Hongbin Zhang, Katsuyoshi Nishinari (Eds.)

Wydawnictwo: Springer Singapore, 2021, ISBN 978-981-16-0319-8, liczba stron 290, cena 124,79 EUR

Zamówienia: <https://springer.com>

W publikacji podano: definicję, klasyfikację, źródła i struktury hydrokoloidów oraz kompleksowy opis ich funkcjonalności i zastosowań w przemyśle spożywczym. Wyczerpujący opis funkcjonalności hydrokoloidów i zastosowań związanych z produkcją żywności wprowadza w najnowsze osiągnięcia w zakresie podstawowej wiedzy i praktyki. Szczególną uwagę zwrócono na koncepcje i mechanizmy będące podstawą funkcjonalności.

Food biopolymers: Structural, functional and nutraceutical properties

[Biopolimery spożywcze: Właściwości strukturalne, funkcjonalne i nutraceutyczne]

Adil Gani, Bilal Ahmad Ashwar (Eds.)

Wydawnictwo: Springer International Publishing, 2021, ISBN 978-3-030-27060-5, liczba stron 441, cena 135,19 EUR

Zamówienia: <https://springer.com>

Autorzy w sposób kompleksowy opisali budowę i funkcje wszystkich głównych biopolimerów spożywczych. W opracowaniu zawarto ważne informacje na temat techniczno-funkcjonalnego zachowania biopolimerów na podstawie ich indywidualnego źródła pochodzenia. Scharakteryzowano także potencjał biopolimerów jako nutraceutyków izolowanych ze źródeł roślinnych, zwierzęcych i morskich. W pierwszej części opracowania skoncentrowano się na strukturze, funkcjach, bioaktywności i zastosowaniach skrobi. Kolejne rozdziały dotyczą polisacharydów nieskrobiowych, a dalsze poświęcone są białkom i lipidom, ze szczególnym uwzględnieniem ich właściwości nutraceutycznych. Książka jest źródłem istotnych informacji na temat biopolimerów żywności oraz ich właściwości strukturalnych i funkcjonalnych, w tym ich potencjału w podwyższaniu jakości żywności, wydłużaniu okresu przydatności do spożycia oraz ograniczaniu zanieczyszczeń i ilości odpadów w przemyśle spożywczym.

Carotenoids: Structure and Function in the Human Body

[Karotenoidy: budowa i funkcja w organizmie człowieka]

Muhammad Zia-Ul-Haq, Saikat Dewanjee, Muhammad Riaz (Eds.)

Wydawnictwo: Springer International Publishing, 2021, ISBN 978-3-030-46458-5, liczba stron 859, cena 207,99 EUR

Zamówienia: <https://springer.com>

Książkę poświęcono różnym aspektom związanym z karotenoidami. W sposób obszerny przedstawiono najnowszą wiedzę dotyczącą budowy, struktury i właściwości oraz klinicznego znaczenia karotenoidów, ze szczególnym uwzględnieniem ich potencjału terapeutycznego. Autorzy scharakteryzowali karotenoidy począwszy od ich podstawowych właściwości strukturalnych i fizykochemicznych po występowanie w naturze. Ponadto omówili ich interakcje z innymi składnikami, metabolizm w organizmie człowieka, a także zastosowanie karotenoidów jako barwników w różnych produktach spożywczych. Przedstawili również trendy w badaniach nad karotenoidami.

Whisky and Other Spirits. Technology, Production and Marketing. 3rd Ed.

[Whisky i inne alkohole. Technologia, produkcja i marketing. Wyd. III.]

Graham Stewart, Julie Kellershohn, Inge Russell (Eds.)

Wydawnictwo: Academic Press, 2021, ISBN 978-012-82-2076-4, liczba stron 544, cena 106,25 USD

Zamówienia: <https://www.elsevier.com>

W opracowaniu przedstawiono szczegółowe informacje związane z surowcami, produkcją, pakowaniem, dystrybucją i marketingiem whisky i innych alkoholi. Skoncentrowano się na naukowych podstawach i technologii procesu produkcji, a także na środowisku, w którym produkty te są wytwarzane. Trzecie wydanie książki zawiera najnowsze zmiany w branży i na rynku napojów alkoholowych. Wszystkie rozdziały zostały zaktualizowane i wprowadzono najnowsze informacje i rozwiązania dotyczące produkcji nie tylko whisky, ale także innych alkoholi, takich jak gin i rum. W książce przedstawiono ponadto globalną sytuację w produkcji whisky i napojów spirytusowych, podkreślono znaczenie nowych mobilnych technologii, zwracając jednocześnie uwagę na rzemieślniczą naturę procesu destylacji. Opisano również zagadnienia związane z marketingiem produktów destylowanych.

Probiotic Beverages

[Napoje probiotyczne]

Sandeep K. Panda, Julie Kellershohn, Inge Russell (Eds.)

Wydawnictwo: Academic Press, 2021, ISBN: 978-012-81-8588-9, liczba stron 500, cena 127,50 USD

Zamówienia: <https://www.elsevier.com>

Publikacja stanowi przewodnik po tradycyjnych i unikatowych probiotycznych produktach z różnych regionów świata. Zawiera wyczerpujące informacje na temat lokalnych i komercyjnie produkowanych napojów probiotycznych oraz produktów pokrewnych. Opis obejmuje charakterystykę napojów mlecznych, bezmlecznych, zbożowych oraz owocowych. W opracowaniu uwzględniono technologię produkcji napojów na skalę przemysłową, kultury starterowe, wyzwania regulacyjne, zagadnienia związane z inżynierią genetyczną oraz jakością i bezpieczeństwem produktu. Ujęto również zagadnienia związane z potencjałem napojów probiotycznych w zapobieganiu chorobom. Przedstawiono także kontrowersyjne kwestie regulacyjne dotyczące stosowania oświadczeń na etykietach, brak GMO czy zrównoważony rozwój. ☒



Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Instytutu Nauk
o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie, Zarząd Główny PTTŻ
oraz Sekcja Bezpieczeństwa Żywności KNoŻiŻ PAN

zapraszają na:

V SYMPOZJUM NAUKOWE

z cyklu

Bezpieczeństwo Żywnościowe i Żywności

Kiry k. Zakopanego, 19 - 20 kwietnia 2021 r.

Kontakt: dr inż. Marzena Tomaszewska, tel. 22-593-70-75;
e-mail: sympozjum_bezpieczenstwo@sggw.edu.pl



Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Instytutu Nauk
o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie,
oraz Zarząd Główny PTTŻ

zapraszają na:

KROKUSOWE XI SYMPOZJUM NAUKOWE

„Probiotyki i prebiotyki w żywności“

Kiry k. Zakopanego, 21 - 23 kwietnia 2021 r.

Kontakt: dr inż. Barbara Sionek; tel. 22-593-70-67;
e-mail: sympozjumprobiotyki@gmail.com



Komitety Nauk o Żywności i Żywieniu Polskiej Akademii Nauk,
Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności
Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej
Polskie Towarzystwo Technologów Żywności – Oddział Gdański

zapraszają na:

XLV Sesję Naukową Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN

„Żywność w strategii Zielonego Ładu”

Gdańsk, 1 - 2 lipca 2021 r.

Kontakt:

Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności
Wydział Chemiczny
ul. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk

Informacje:

<https://chem.pg.edu.pl/xlv-sesja-naukowa-knoziz-pan>
e-mail: xlvsesjanaukowa.wch@pg.edu.pl
tel. (58) 347-26-56, (58) 347-13-95

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 30 Nr 3

wrzesień 2020

Ze względu na zaistniałą sytuację epidemiczną kalendarz konferencji krajowych i zagranicznych ulega ciągłym zmianom. W sprawie szczegółów prosimy o sprawdzanie aktualnych informacji na stronach odpowiednich konferencji lub kontakt z organizatorami.

WAŻNIEJSZE KRAJOWE I ZAGRANICZNE KONFERENCJE NAUKOWE W 2020 ROKU

Październik

PIEŠŤANY, Slovakia = XVII Scientific Conference with International Participation
“Food safety and control”

Organizatorzy: Department of Food Hygiene and Safety, Faculty of Biotechnology and Food Sciences of the Slovak University of Agriculture in Nitra; National Contact Point for Scientific and Technical Cooperation with EFSA – Ministry of Agriculture and Rural Development, Bratislava

Informacje: www.bezpecnostpotravin.sk

Kontakt: prof. ing. Jozef Golian; e-mail: Jozef.Golian@uniag.sk

tel. +42137/6414 325

7 - 8 Vienna, Austria = 24th International Conference on Food Technology and Processing with the theme “Explore Advances in the World of Food Processing and Technology”

Organizator: Conferenceseries LLC Ltd

Informacje: <https://foodtechnology.insightconferences.com>

Kontakt: foodtechnology@speakersassembly.org; tel. +44 7480-730483

28 - 29 **KRAKÓW = XII Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt. „Wiedza – Gospodarka – Społeczeństwo”**

Organizatorzy: Kolegium Nauk o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie

Informacje: <http://cfm.uek.krakow.pl>

Kontakt: Katarzyna Bień, Monika Satora
e-mail: cmq@uek.krakow.pl ; tel. (12) 293-57-24; (12) 293-54-64

Listopad

25 - 27 KRAKÓW = XVII Konferencja Naukowa z cyklu „Wyzwania Zarządzania Jakością” (online)

Organizatorzy: Koło Naukowe Zarządzania Jakością, Katedra Zarządzania Jakością Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Polskie Towarzystwo Towaroznawcze – Oddział w Krakowie
Informacje: <https://uek.krakow.pl/artykuly/wydarzenia/xvii-ogolnopolaska-konferencja-naukowa-wyzwania-zarzadzania-jakoscia>
e-mail: knzj.uek@gmail.com

Grudzień

- 1 - 2 BARCELONA, Spain = 25th International Conference on Food Technology and Processing with the theme “Impacts of COVID-19 on the global food technology and processing units in food industry”
Organizator: Conference Series LLC Ltd
Informacje: <https://foodtechnology.insightconferences.com>
Kontakt: events@conferenceseries.com; tel. +44 7480-727986

WAŻNIEJSZE KRAJOWE I ZAGRANICZNE KONFERENCJE NAUKOWE
W ROKU 2021

Kwiecień

19 - 20 KIRY k. ZAKOPANEGO = V Sympozjum Naukowe z cyklu “Bezpieczeństwo żywnościowe i żywności”

Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie, Zarząd Główny PTTŻ oraz Sekcja Bezpieczeństwa Żywności KNoŻiŻ PAN
Kontakt: dr inż. Marzena Tomaszewska; tel. (22) 593-70-75
e-mail: sympozjum_bezpieczenstwo@sggw.pl

21 - 23 KIRY k. ZAKOPANEGO = Krokusowe XI Sympozjum Naukowe nt. “Probiotyki i prebiotyki w żywności”

Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie oraz Zarząd Główny PTTŻ

Kontakt: dr inż. Barbara Sionek; tel. (22) 593-70-67

e-mail: sympozjumprobiotyki@gmail.com

Maj

20 - 21 WROCŁAW = XXV Jubileuszowa Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ pt. „Przyszłość w żywności – żywność w przyszłości” i VIII International Session of Young Scientific Staff

Organizatorzy: Oddział Wrocławski PTTŻ, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Sekcja Chemii Żywności Polskiego Towarzystwa Chemicznego

Informacje: <https://smkn2020.wordpress.com>

Kontakt: dr inż. Anna Kancelista; e-mail: xxvsmknwroclaw@gmail.com

tel. (71) 320-77-73 / (71) 320-51-83

Czerwiec

WROCŁAW = The 9th International Conference on “Quality and Safety in Food Production Chain”

Organizator: Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Oddział Wrocławski PTTŻ

Informacje: <https://qualityconference.wordpress.com>

Kontakt: quality@wnoz.up.wroc.pl; tel. (71) 320-77-74 (81)

23 - 24 WARSZAWA = II Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu „Dylematy nauki o żywieniu człowieka – dziś i jutro” pt. „Żywność a jakość życia osób starszych”

Organizatorzy: Katedra Żywienia Człowieka SGGW, Polskie Towarzystwo Nauk Żywnościowych – Oddział Warszawski

Informacje: http://konferencja_senior2020.sggw.pl/

Kontakt: dr inż. Katarzyna Kozłowska, tel. (22) 59-37-115

dr inż. Monika Zielińska, tel. (22) 59-37-122

e-mail: konferencja_senior2020@sggw.pl

Lipiec

1 - 2 GDAŃSK = XLV Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN pt. „Żywność w strategii Zielonego Ładu”

Organizatorzy: Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej, Oddział Gdański PTTŻ, Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN

Informacje: <https://chem.pg.edu.pl/xlv-sesja-naukowa-knoziz-pan>

Kontakt: dr hab. inż. Edyta Malinowska-Pańczyk, prof. PG, tel. (58) 347-26-56

dr inż. Izabela Sinkiewicz, prof. PG, tel. (58) 347-13-95
e-mail: xlv.sesja.naukowa.wch@pg.edu.pl; kom. 504-024-607

12 - 16 KRAKÓW = Konferencja Europejskiego Stowarzyszenia Badaczy Ziemniaka 21st EAPR Triennial Conference

Organizatorzy: European Association for Potato Research, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin

Informacje: <https://www.eapr2020.pl>

Kontakt: Magdalena Owczarek, tel. (12) 651-90-54

e-mail: eapr2020@targi.krakow.pl

Wrzesień

16 - 17 KRAKÓW = XIV Konferencja Naukowa z cyklu „Żywność XXI wieku“ nt. "Żywność a oczekiwania współczesnego konsumenta"

Organizatorzy: Oddział Małopolski PTTŻ, Wydział Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Informacje: <http://www.pttzm.org>

Kontakt: dr hab. inż. Stanisław Kowalski, prof. UR

e-mail: zywnoscxxi@pttzm.org; tel. (12) 662-47-47

Listopad

21 - 23 ŠTRBSKÉ PLESO, Slovakia = Hygiene Alimentorum XLI International Scientific Conference "New trends in improving the quality and safety of meat and meat products"

Organizatorzy: Department of Food Hygiene and Technology of the University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice; State Veterinary and Food Administration of the Slovak Republic; EFSA National Focal Point on Technical and Scientific Matters; Slovak Meat Processors Association; Slovak Society for Agriculture, Forestry, Food and Veterinary Sciences at SAS in Bratislava

Informacje: <http://hygiena-alimentorum.uvlf.sk/>

Kontakt: hygiena.alimentorum@uvlf.sk

tel. +421 905-910-221; +421 915-984-752

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 stronie internetowej **<http://www.wydawnictwo.pttz.org>**

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

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

PREZES / ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. inż. Agnieszka Kita Prezes PTTŻ	UPWr, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: (71) 320-77-62; e-mail: agnieszka.kita@upwr.edu.pl
Dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk Sekretarz PTTŻ	PŁ, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: (42) 631-27-77; e-mail: krzysztof.kolodziejczyk@p.lodz.pl
Dr hab. inż., prof. UMG Aleksandra Wilczyńska Oddział Gdański	UM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: (58) 558-62-81; e-mail: a.wilczynska@wpit.umg.edu.pl
Dr hab. inż., prof. UP Małgorzata Karwowska Oddział Lubelski	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN; Tel.: (81) 462-33-41; e-mail: malgorzata.karwowska@up.lublin.pl
Dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk Oddział Łódzki	PŁ, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: (42) 631-27-77; e-mail: krzysztof.kolodziejczyk@p.lodz.pl
Dr hab. inż., prof. UR Mariusz Witczak Oddział Małopolski	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel.: (12) 662-48-35; e-mail: rrwitczak@cyf-kr.edu.pl
Prof. dr hab. inż. Iwona Konopka Oddział Olsztyński	UWM, Pl. Cieszyński 1, 10-726 OLSZTYN Tel.: (89) 523-34-66; e-mail: iwona.konopka@uwm.edu.pl
Dr hab. inż., prof. UR 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., prof. ZUT Izabela Dmytrów Oddział Szczeciński	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 SZCZECIN Tel.: (91) 449-65-00; e-mail: izabela.dmytrow@gmail.com
Dr hab. inż., prof. SGGW 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. inż. Małgorzata Gumienka Oddział Wielkopolski	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: (61) 848-72-67; e-mail: gumienka@up.poznan.pl
Prof. dr hab. inż. Joanna Kawa-Rygielska Oddział Wrocławski	UPWr, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: (71) 320-77-64; e-mail: pttz_ow@wnoz.up.wroc.pl joanna.kawa-rygielska@upwr.edu.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. inż., prof. UP 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. inż. Antoni Gołachowski Technologii Węglowodanów	UPWr, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: (71) 320-77-68; e-mail: antoni.golachowski@upwr.edu.pl
Dr hab. inż. Dorota Walkowiak-Tomczak Technologii Owoców i Warzyw	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: (61) 846-60-43; e-mail: dorota.walkowiak@up.poznan.pl
Dr inż. Monika Przeor Młodej Kadry Naukowej	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: (61) 848-73-30; e-mail: monika.przeor@up.poznan.pl