



ŻYWNOSĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 1 (118)

Kraków 2019

Rok 26

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Lesław Juszczyk; e-mail: rrjuszcz@cyf-kr.edu.pl; tel. 12 662-47-78
Zastępca redaktora naczelnego: dr hab. Mariusz Witczak; e-mail: rrwitcza@cyf-kr.edu.pl
Sekretarz redakcji (kontakt z autorami): mgr inż. Jadwiga Ślawska; e-mail: redakcja@pttz.org; tel. 12 662-48-30; 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 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 2019
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 1 (118)

Kraków 2019

Rok 26

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
IZABELA KOSS-MIKOŁAJCZYK, AGNIESZKA BARTOSZEK: Bioaktywne fitozwiązki w chemoprewencji przewlekłych chorób niezakaźnych – owoce i warzywa czy suplementy diety?	5
ROBERT DULIŃSKI: Wybrane aspekty biotechnologicznej produkcji karotenoidów	15
DANUTA ŚWIĘS, TADEUSZ SIKORA: Alergeny – zamierzona i niezamierzona obecność w kontekście wymagań prawa i standardów GFSI	30
BARBARA WÓJCIK-STOPCZYŃSKA, PAWEŁ KIEDOS: Wpływ zabiegów wstępnych na zawartość wybranych składników w zamrożonym szpinaku zwyczajnym (<i>Spinacia oleracea</i> L.) odmiany 'Geant d'hiver'	45
BARBARA CHILCZUK, MONIKA STASZOWSKA-KARKUT, MAŁGORZATA MATERSKA, ZENIA MICHAŁOJC: Zmiany zawartości witaminy C w owocach czterech odmian papryki – chłodzonych, mrożonych i liofilizowanych w zależności od okresu przechowywania	56
PIOTR ZARZYCKI, EMILIA SYKUT-DOMAŃSKA, ALDONA SOBOTA, ANNA WIRKIJOWSKA: Wpływ przechowywania pełnoziarnowej mąki owsianej na zawartość błonnika pokarmowego i właściwości reologiczne	67
ANNA ŻBIKOWSKA, IWONA SZYMAŃSKA, KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, ŻELJKE UDARCIĆ, MAŁGORZATA KOWALSKA: Wpływ udziału zielonej herbaty Matcha na wybrane wyróżniki jakości bezglutenowych biszkoptowo-tłuszczowych wyrobów ciastkarskich	79
ELŻBIETA MULAŁKA, IZABELA DMYTRÓW, ANNA MITUNIEWICZ-MAŁEK, KRZYSZTOF GODULA: Rodzaj kultury starterowej a wybrane cechy fizykochemiczne sera twarogowego w czasie przechowywania	95
MARIAN FLIS, EUGENIUSZ R. GRELA, DARIUSZ GUGAŁA, ALBERT KOŁODZIEJSKI: Skład tuszki i profil kwasów tłuszczowych mięśni piersiowych samców i samic bązanta łownego (<i>Phasianus colchicus</i>)	111
ANNA AUGUSTYŃSKA-PREJSNAR, MAŁGORZATA ORMIAN, ZOFIA SOKOŁOWICZ, ANNA ROGOWSKA: Wpływ marynowania mięsa kurcząt brojlerów kwaśną serwatką na jakość i akceptację konsumencką produktu	125
ANNA D. KONONIUK, MAŁGORZATA KARWOWSKA: Porównanie zmian fizykochemicznych i proteolitycznych zachodzących w kielbasach surowo dojrzewających z mięsa wołowego i z mięsa daniela podczas ich przechowywania	137
MARTA SAJDAKOWSKA, SYLWIA ŻAKOWSKA-BIEMANS, KRYSTYNA GUTKOWSKA: Żywność polskiego pochodzenia i jej atrybuty w opinii konsumentów	155
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	173
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	179
Technolog Żywności	182

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 1 (118)

Kraków 2019

Vol. 26

CONTENTS

From the Editor.....	3
IZABELA KOSS-MIKOŁAJCZYK, AGNIESZKA BARTOSZEK: Bioactive phytochemicals in chemoprevention of chronic non-communicable diseases: Fruits and vegetables or dietary supplements?	5
ROBERT DULIŃSKI: Selected aspects of biotechnological production of carotenoids	15
DANUTA ŚWIĘS, TADEUSZ SIKORA: Allergens: Intended and unintended presence in the context of law and GFSI standard requirements	30
BARBARA WÓJCIK-STOPCZYŃSKA, PAWEŁ KIEDOS: Effect of pre-treatments on content of some selected constituents in frozen 'Geant d'hiver' (<i>Spinacia oleracea</i> L.) spinach cultivar	45
BARBARA CHILCZUK, MONIKA STASZOWSKA-KARKUT, MAŁGORZATA MATERSKA, ZENIA MICHAŁOJC: Changes in content of vitamin C in refrigerated, frozen and lyophilized fruits of four varieties of pepper depending on storage period	56
PIOTR ZARZYCKI, EMILIA SYKUT-DOMAŃSKA, ALDONA SOBOTA, ANNA WIRKIJOWSKA: Effect of wholemeal oat flour storage on content of dietary fibre and rheological properties	67
ANNA ŻBIKOWSKA, IWONA SZYMAŃSKA, KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, ŻELJKE UDARCIĆ, MAŁGORZATA KOWALSKA: Effect of Matcha green tea added on selected distinctive qualities of bakery sponge-fat products	79
ELŻBIETA MULAŁKA, IZABELA DMYTRÓW, ANNA MITUNIEWICZ-MAŁEK, KRZYSZTOF GODULA: Type of starter culture and selected physicochemical characteristics of curd cheese (tvarog) during storage	95
MARIAN FLIS, EUGENIUSZ R. GRELA, DARIUSZ GUGAŁA, ALBERT KOŁODZIEJSKI: Carcass composition and fatty acid profile of pectoral muscle of male and female pheasants (<i>Phasianus colchicus</i>)	111
ANNA AUGUSTYŃSKA-PREJSNAR, MAŁGORZATA ORMIAN, ZOFIA SOKOŁOWICZ, ANNA ROGOWSKA: Effect of marinating broiler chicken meat with acid whey on product quality and consumer acceptance	125
ANNA D. KONONIUK, MAŁGORZATA KARWOWSKA: Comparison of physicochemical and proteolytic changes occurring in dry fermented sausages made from fallow deer and beef meat during their storage	137
MARTA SAJDAKOWSKA, SYLWIA ŻAKOWSKA-BIEMANS, KRYSZYNA GUTKOWSKA: Food of Polish origin and its attributes in consumer opinion	155
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation	173
LESŁAW JUSZCZAK: Book reviews	179
The Food Technologist	182

Only reviewed papers are published

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

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

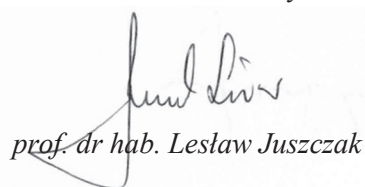
przekazujemy Państwu nr 1 (118) czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, w którym publikujemy artykuły naukowe o zróżnicowanej tematyce, zawierające wyniki badań z krajowych ośrodków zajmujących się szeroko pojętą nauką o żywności. Zapraszamy również do lektury tzw. stałych działów, w których zamieściliśmy m.in. informacje o wybranych konferencjach współorganizowanych przez Polskie Towarzystwo Technologów Żywności w 2019 roku.

Z przykrością informujemy, że w dniu 5 marca zmarł mgr Stanisław Wroniak – wieloletni księgowy Wydawnictwa. W naszej pamięci pozostanie jako rzetelny i odpowiedzialny, ale także chętny do pomocy i życzliwy Współpracownik.

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

Kraków, marzec 2019 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.

IZABELA KOSS-MIKOŁAJCZYK, AGNIESZKA BARTOSZEK

BIOAKTYWNE FITOZWIĄZKI W CHEMOPREWENCJI PRZEWLEKŁYCH CHORÓB NIEZAKAŻNYCH – OWOCE I WARZYWA CZY SUPLEMENTY DIETY?

Streszczenie

Z raportu Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) z 2014 r. wynika, że przewlekłe choroby niezakaźne (NCDs), czyli tzw. choroby cywilizacyjne, do których zalicza się m.in. choroby układu krążenia, przewlekłe choroby układu oddechowego, nowotwory, czy cukrzycę typu 2, stanowią obecnie bezpośrednią przyczynę ponad 50 % przedwczesnych zgonów na świecie. W badaniach ostatnich 20 lat dowiedziono, że sposób odżywiania jest głównym czynnikiem wpływającym na zagrożenie tymi chorobami. Z drugiej strony rosnąca wiedza konsumentów na temat właściwości chemoprewencyjnych pewnych składników żywności, przede wszystkim pochodzenia roślinnego, umożliwiła wykorzystanie niektórych roślin jadalnych w profilaktyce chorób przewlekłych. Prozdrowotne działanie tych produktów najczęściej związane jest z obecnością przeciwutleniaczy, które mogą wpływać na wiele istotnych mechanizmów biologicznych o kluczowym znaczeniu dla prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego. W licznych badaniach wykazano silne działanie fizjologiczne m.in. bioaktywnych fenoli roślinnych. Obserwacje te doczekały się komercjalizacji w postaci masowej produkcji suplementów diety wzbogaconych w substancje określane mianem przeciwutleniaczy, mimo że ich właściwości chemiczne nie zawsze uzasadniały użycie tego terminu. W badaniach epidemiologicznych dowiedziono, że nadmierne oczekiwania przedsiębiorców nie były w pełni uzasadnione. Okazało się, że wyizolowane bioaktywne fitozwiązki mogą nie być już tak skutecznymi czynnikami chemoprewencyjnymi, jak zawierające je owoce lub warzywa. W niniejszej pracy podjęto próbę krytycznej oceny takiego stanu rzeczy.

Słowa kluczowe: chemoprewencja, bioaktywne fitozwiązki, przewlekłe choroby niezakaźne (NCDs), nowotwory, przeciwutleniacze

Wprowadzenie

W ciągu ostatnich kilku dekad przewlekłe choroby niezakaźne (*Non-Communicable Diseases* – NCDs), nazywane również chorobami cywilizacyjnymi,

Dr inż. I. Koss-Mikołajczyk, dr hab. inż. A. Bartoszek, prof. nadzw., Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności, Wydz. Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk. Kontakt: izabela.koss-mikolajczyk@pg.edu.pl

stały się główną przyczyną zgonów w większości krajów na świecie. Jako wyjaśnienie tego zjawiska najczęściej wskazuje się nie tylko na postępujący rozwój medycyny, który pozwolił skuteczniej zwalczać choroby infekcyjne, ale również na niekorzystne zmiany trybu życia i sposobu odżywiania większości społeczeństw [37]. W 2014 roku Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) opublikowała raport „Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2014”, w którym wykazała, że przewlekłe choroby niezakaźne stanowią jedno z największych wyzwań medycyny XXI wieku [36]. Na podstawie danych statystycznych zgromadzonych przez WHO w 2012 r., z 56 mln odnotowanych zgonów aż 38 mln było spowodowanych wymienionymi chorobami, czyli o 7 mln przypadków więcej niż w roku 2000. Jak wynika ze szczegółowych danych dotyczących zgonów na skutek NCDs, 46,2 % stanowiły te spowodowane chorobami układu krążenia, 21,7 % – nowotworami, 10,7 % – chorobami układu oddechowego i 4 % – cukrzycą typu 2. Według prognoz WHO w 2030 r. liczba zgonów spowodowanych tymi chorobami może osiągnąć poziom 52 mln. [37].

Stres oksydacyjny w etiologii przewlekłych chorób niezakaźnych

Dane statystyczne nie pozostawiają wątpliwości, że NCDs stały się problemem społecznym, a ich leczenie będzie stanowić coraz większe obciążenie dla budżetów prywatnych i państwowych [37]. W przypadku tych chorób działania profilaktyczne mogą być bardzo skuteczne, jednak niezbędne jest poznanie molekularnych mechanizmów znajdujących się u ich podstaw. W badaniach prowadzonych od wielu lat dowiedziono, że wspólnym zjawiskiem obserwowanym w przypadku wymienionych chorób jest tzw. stres oksydacyjny [20, 31].

Zgodnie z definicją wprowadzoną przez Helmuta Siesa [30] z Uniwersytetu w Düsseldorfie „stres oksydacyjny jest to zaburzenie równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej w kierunku reakcji utleniania”. Równowaga ta nazywana jest homeostazą redoksową i może zostać zaburzona przez nadmiar reaktywnych form tlenu (RFT), których poziom przekracza zdolności obronne endo- i egzogenne antyoksydantów oraz enzymatycznych systemów antyoksydacyjnych obecnych w organizmie człowieka. Jednakże nadmiar przeciwutleniaczy, który powoduje przesunięcie stanu równowagi w stronę reakcji redukcji, również nie jest korzystny pod względem zdrowotnym. Stan taki nazywany jest stanem stresu redukcyjnego (ang. *reductive stress*) [18]. Oba stany zaburzenia homeostazy redoksowej mogą mieć szkodliwy wpływ na dobrostan organizmu.

Mimo wielu przesłanek świadczących o udziale stresu oksydacyjnego w przebiegu przewlekłych chorób niezakaźnych, do tej pory nie udało się jednoznacznie ustalić jego roli. Istnieje kilka hipotez mówiących o tym, że może być on albo przyczyną, albo skutkiem NCDs. Większość badaczy skłania się jednak ku pierwszej hipotezie [20, 31].

Najlepiej poznane są mechanizmy działania stresu oksydacyjnego w chorobach układu krążenia. Na podstawie wyników badań epidemiologicznych dowiedziono m.in. istotnego wpływu RFT na utlenianie lipidów, które w rezultacie tworzą tzw. blaszkę miażdżycową odkładającą się w naczyniach krwionośnych. Blaszką tą zaburza ich drożność, a w konsekwencji podwyższa ciśnienie krwi i prowadzi do rozwoju innych stanów patologicznych, np. zawału mięśnia sercowego [6]. Dzięki poznaniu mechanizmów odpowiedzialnych za choroby układu krążenia i wprowadzeniu skutecznej profilaktyki obserwuje się obecnie tendencję malejącą pod względem zapadalności na te choroby [37].

Zainteresowanie naukowców chorobami nowotworowymi i ich chemoprewencją nie zaowocowało ograniczeniem ich występowania. Ze względu na skomplikowany proces kancerogenezy, a tym samym i trudności ze znalezieniem odpowiedniego sposobu leczenia, nadal obserwuje się wzrastającą zachorowalność i wysoką śmiertelność w przypadku tych chorób [37]. Koncepcja wielostopniowej kancerogenezy zakłada, że rozwój nowotworu ma miejsce w dłuższym czasie, w trakcie którego następuje akumulacja somatycznych mutacji w pojedynczej komórce powodująca powstawanie zmian fenotypowych przekształcających komórkę zdrową w komórkę nowotworową [12]. Przypuszcza się, że stres oksydacyjny może być jedną z przyczyn rozwoju nowotworów, ponieważ powoduje on powstawanie uszkodzeń DNA [35]. RFT reagują z zasadami azotowymi wchodzącymi w skład nici DNA, tworząc addukty i indukując powstawanie mutacji, a przez to zmiany w procesie transkrypcji, co zaburza prawidłowe funkcje genomu i przez to normalny wzrost komórki [11, 35]. Pod wpływem stresu oksydacyjnego DNA ulega również innym modyfikacjom, takim jak pęknięcia nici DNA czy tworzenie połączeń białek z DNA [11].

Owoce i warzywa jako czynnik chemoprewencyjny

Wieloletnie badania, których finałem było podsumowanie wydane po raz pierwszy w 1997 r., powtórzone – w 2007 r. i ostatnio – w 2018 r., przez Światowy Fundusz Badań nad Rakiem (World Cancer Research Fund) i Amerykański Instytut Badań nad Rakiem (American Institute for Cancer Research), zatytułowane “Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: a Global Perspective” pozwoliły udowodnić, że dieta bogata w białka i tłuszcze sprzyja procesom kancerogenezy, a żywność pochodzenia roślinnego może być źródłem substancji przeciwdziałających rozwojowi nowotworów [1, 2, 3]. Dowody w postaci wyników badań populacyjnych prowadzonych z udziałem dużych grup ludności wskazują, że spożycie owoców i warzyw, a szczególnie określonych ich gatunków, wpływa na obniżenie ryzyka zapadalności na NCDs. W przypadku chorób układu krążenia szczególnie pozytywne działanie wykazały jabłka, gruszki, owoce cytrusowe, pomidory i warzywa zawierające β -karoten, natomiast w przypadku nowotworów udowodniono szczególną aktywność chemoprewencyjną warzyw z rodziny

kapustowatych. Z rezultatów badań epidemiologicznych wynika odwrotna zależność pomiędzy spożyciem warzyw z tej rodziny a zachorowalnością na nowotwory jelita, trzustki, płuc, piersi, żołądka, jajnika, płuc oraz prostaty [38]. Również owoce jagodowe okazały się źródłem związków o aktywności biologicznej pomocnych w prewencji przewlekłych chorób niezakaźnych. W badaniach epidemiologicznych wykazano pozytywny wpływ spożywania tych owoców na obniżenie ryzyka zachorowalności na różne typy nowotworów, jak również na choroby układu krążenia [23].

Odkrycie powiązania pomiędzy spożyciem owoców i warzyw a zachorowalnością na różnego typu nowotwory doprowadziło do powstania nowej gałęzi badań nad rakiem, którą określa się mianem chemoprewencji nowotworowej. Zgodnie z najnowszą definicją „chemoprewencja to wykorzystanie substancji naturalnych bądź farmakologicznych do zahamowania, zatrzymania lub odwrócenia procesu kancerogenezy we wczesnych jej stadiach” [32]. Zaproponowano też kilka możliwych mechanizmów chemoprewencji, takich jak: wspomaganie detoksykacji kancerogenów, modyfikacja metabolizmu kancerogenów w kierunku ich detoksykacji, wychwytywanie i dezaktywacja RFT, zatrzymanie cyklu komórkowego, inicjacja apoptozy czy wspomaganie procesów naprawczych DNA [12].

Liczne badania epidemiologiczne wskazujące na wpływ diety bogatej w owoce i warzywa na ryzyko wystąpienia chorób cywilizacyjnych spowodowały zainteresowanie fitozwiązkami odpowiedzialnymi za działanie chemoprewencyjne. Zrozumienie roli zaburzonej homeostazy redoksowej w patogenezie nieinfekcyjnych chorób przewlekłych skierowało natomiast uwagę badaczy, opinii publicznej, a także producentów żywności i suplementów diety na znaczenie i możliwości wykorzystania przeciwutleniaczy w przeciwdziałaniu i/lub spowalnianiu rozwoju oraz wspomaganiu leczenia tych chorób. Założono, że bioaktywne substancje wyizolowane z owoców i warzyw, a następnie przygotowane w skoncentrowanej formie, np. jako suplementy diety, będą skutecznym środkiem w ograniczaniu epidemii NCDs na świecie. Badania *in vitro* i na modelach zwierzęcych z użyciem wyizolowanych bioaktywnych fitozwiązków dostarczyły obiecujących danych wspierających założenia proponowanej strategii profilaktycznej [28, 29]. Jednakże przy formułowaniu rekomendacji żywieniowych w kierunku diety bogatej w przeciwutleniacze przeoczono fakt, że większość badań dokumentujących ich aktywność chemoprewencyjną została przeprowadzona w warunkach *in vitro* na modelach komórkowych bądź na modelach zwierzęcych, w których sztucznie wywołano proces kancerogenezy poprzez podanie zwierzętom wysokich dawek znanych substancji rakotwórczych [27]. Mało było dostępnych wiarygodnych wyników badań klinicznych z udziałem ochotników, przeprowadzonych w sposób kontrolowany i potwierdzających aktywność chemoprewencyjną przeciwutleniaczy roślinnych [27]. Pytanie, które przez dłuższy czas pozostawało bez odpowiedzi, dotyczyło problemu, czy

wyizolowane fitozwiązki będą charakteryzowały się taką samą aktywnością biologiczną dla ludzi jak całe owoce i warzywa [17].

Warzywa i owoce a suplementy diety zawierające przeciwutleniacze

Wyniki badań wskazujące na działanie fizjologiczne roślinnych związków fenolowych, takich jak przykładowo antocyjany [8], bardzo szybko doczekały się komercjalizacji i spowodowały masową produkcję suplementów diety wzbogaconych w wyizolowane z roślin substancje określane mianem antyoksydantów, niezależnie od ich rzeczywistych właściwości chemicznych. Na podstawie badań epidemiologicznych wykazano jednak, że nadmierne oczekiwania producentów tych parafarmaceutyków nie były w pełni uzasadnione. Okazało się, że wyizolowane bioaktywne fitozwiązki czy witaminy o niskim potencjale redukcyjnym (C, E, A) nie są już tak skutecznymi czynnikami chemoprewencyjnymi, jak zawierające je owoce lub warzywa [27]. O ile w przypadku chorób układu krążenia prewencja poprzez kontrolę hiperlipidemii oraz nadciśnienia przynosi rezultaty, o tyle w leczeniu nowotworów stosowanie chemoprewencji nadal w większości przypadków nie kończy się sukcesem, a czasami nawet może powodować przyspieszenie postępu choroby. Taką porażką było użycie prekursorów witaminy A w prewencji raka płuc. Aktywność przeciwutleniająca retinolu oznaczona *in vitro* oraz wyniki badań epidemiologicznych wskazujące na zależność pomiędzy niskim stężeniem retinolu w organizmie a zwiększoną zachorowalnością na raka płuc [36] doprowadziły do wniosku, że korzystna może być suplementacja β -karotenem diety osób palących papierosy i przez to bardziej narażonych na nowotwory płuc. Postanowiono więc przeprowadzić równoległe dwie serie badań klinicznych, do których wybrano osoby o zwiększonym ryzyku zachorowania na ten typ nowotworu. W jednej serii ATBC (ang. *Alpha-Tocopherol and Beta-Caroten Trial*) przeprowadzonej w Finlandii, 29 133 palaczom w wieku 50 - 69 lat podawano β -karoten, witaminę E, mieszaninę obu substancji bądź placebo. Alarmujące wyniki otrzymane po 5 latach od rozpoczęcia badań spowodowały natychmiastowe zakończenie programu. Okazało się, że suplementacja β -karotenem spowodowała 18-procentowy wzrost zachorowalności na nowotwór płuc [4, 25]. Badania te zostały zaprojektowane na podstawie wstępnych obiecujących wyników badań epidemiologicznych [25], ale biologiczne działanie β -karotenu w połączeniu z dymem tytoniowym nie zostało sprawdzone ani w warunkach *in vitro*, ani *in vivo*, a jak się okazało, same badania epidemiologiczne nie stanowiły wystarczającej przesłanki do przeprowadzenia testów klinicznych. W podobnie zaplanowanym projekcie CARET (ang. *The Beta-Caroten and Retinol Efficacy Trial*) realizowanym w USA, palaczom podawano β -karoten i retinol. Na podstawie wyników tego badania wykazano 28-procentowy wzrost zachorowań na nowotwory płuc [25]. W przytoczonych badaniach klinicznych dowiedziono więc, że suplementacja diety β -karotenem, pomimo obiecujących wstęp-

nych wyników badań epidemiologicznych, nie tylko nie zmniejszała ryzyka zachorowania na raka płuc u osób szczególnie narażonych na ten nowotwór, ale w niektórych przypadkach je zwiększała.

Podobnie w przypadku suplementacji diety retinolem i retinoidami – w badaniach epidemiologicznych wykazano zmniejszenie zachorowań na raka skóry, jednak wyniki te nie znalazły odzwierciedlenia w testach klinicznych [19, 24]. Brak przekonującego efektu chemoprewencyjnego w badaniach klinicznych odnotowano również w przypadku stosowania suplementów diety zawierających kwas foliowy [34], witaminy E i C [10] czy selen [7, 26].

Potter [27], w pracy przeglądowej zatytułowanej „The failure of cancer chemoprevention”, wskazuje powyższe przykłady jako dowód na całkowite zaprzeczenie idei chemoprewencji nowotworowej, przynajmniej w takiej formie, w jakiej proponowana była do tej pory. Uważa, że największym błędem było stosowanie wyizolowanych bioaktywnych fitozwiązków i podawanie ich w formie suplementów diety. Metabolizm czystych związków niezwiązanych z matrycą roślinną różni się od metabolizmu tych samych związków znajdujących się w owocach i warzywach. W chemioterapii nowotworowej najczęściej stosuje się mieszaniny kilku leków różniących się mechanizmami działania, dzięki czemu jest większe prawdopodobieństwo pozbycia się wszystkich zmienionych komórek, nawet tych opornych na niektóre z użytych terapeutyków. Stąd też coraz częściej sugerowane jest użycie w miejsce suplementów diety zawierających jedną substancję bioaktywną, odpowiednich produktów spożywczych bądź mieszaniny kilku bioaktywnych fitozwiązków, które w połączeniu umożliwią nawet eliminację pojawiających się komórek o nieprawidłowym fenotypie [13]. Przykładowo małe dawki witaminy C na poziomie dostępnym w surowych jabłkach nie wykazały zdolności do zahamowania proliferacji komórek nowotworowych w przeciwieństwie do ekstraktów z jabłek [9]. Ponadto ekstrakty z całych jabłek (z miększu i skórki) były bardziej aktywne od ekstraktów z samego miększu. Podobnie było w przypadku badań *in vivo*, w których ekstrakt z całych jabłek podany zwierzętom wpłynął na zahamowanie rozwoju indukowanych guzów sutka w większym stopniu niż ekstrakt z samego miększu [22]. W badaniach klinicznych z udziałem mężczyzn chorujących na raka prostaty udowodniono, że dieta bogata w pomidory stanowiła skuteczniejszy czynnik chemoprewencyjny niż suplementacja diety czystym likopenem [5, 33].

Innym problemem stosowania suplementów diety są ich нефizjologiczne dawki, czasem wielokrotnie przekraczające zawartość danych fitozwiązków w żywności. Jak wspomniano wcześniej, przeciwutleniacze podane w zbyt dużym stężeniu mogą wywoływać stres redukcyjny bądź indukować procesy zwiększające stres oksydacyjny [18]. Najnowsza wiedza nie dostarcza uzasadnienia na podawanie suplementów diety zawierających pojedyncze bioaktywne fitozwiązki. Lepszym rozwiązaniem wydaje się

wprowadzanie do diety większej ilości warzyw i owoców. Obecnie badacze poszukują odpowiedzi na pytanie, dlaczego tak jest.

Koncepcja synergizmu żywieniowego – „food synergy”

Jak już wspomniano, w licznych badaniach epidemiologicznych wykazano, że regularne spożywanie owoców i warzyw jest powiązane ze zmniejszeniem zagrożenia przewlekłymi chorobami niezakaźnymi, przy czym wyizolowane bioaktywne substancje, także roślinne przeciwutleniacze, nie wykazują tak znaczących właściwości prozdrowotnych jak dieta bogata w owoce i warzywa zawierające te związki [22]. Wyjaśnieniem tego zjawiska może być, zyskująca w ostatnich latach coraz większą aprobatę, koncepcja zaproponowanego przez Jacobsa i wsp. [13] synergizmu żywieniowego (ang. *food synergy*), definiowanego jako addytywny bądź silniejszy niż addytywny wpływ różnych składników obecnych w żywności na zdrowie. Jak sugerują jej twórcy, konieczne jest określenie wpływu żywności na stan zdrowia, a następnie szczegółowe wykazanie, które bioaktywne związki są odpowiedzialne za obserwowaną aktywność. Następnie poszukuje się interakcji pomiędzy różnymi związkami obecnymi w żywności, które prowadzą do zwiększenia bądź zmniejszenia potencjału prozdrowotnego oraz biodostępności poszczególnych substancji bioaktywnych. W tym celu mogą być wykorzystywane badania w warunkach *in vitro*, jak również badania kliniczne i epidemiologiczne [13, 21].

Jednym z najczęściej przytaczanych dowodów na istnienie synergizmu żywieniowego są wyniki badań epidemiologicznych nad wpływem konsumpcji pełnoziarnistych produktów zbożowych na obniżenie zachorowalności na przewlekłe choroby niezakaźne. Takiego profilaktycznego efektu nie zaobserwowano ani w przypadku diety zawierającej podobne kategorie produktów żywnościowych, ale wytworzonych z użyciem oczyszczonych ziaren, czyli w przypadku suplementacji samym błonnikiem, co może wskazywać na synergistyczne działanie błonnika oraz innych związków obecnych w pełnym ziarnie [13]. Podobne różnice zaobserwowano w przypadku warzyw i owoców, które w porównaniu z wyizolowanymi z nich składnikami wykazywały dużo wyższy potencjał prozdrowotny [13].

W związku z tym, że próby określenia, które z substancji obecnych w żywności odpowiadają za jej efekty prozdrowotne, często prowadziły do formułowania fałszywych wniosków, tak jak to było w przypadku omówionych uprzednio badań nad β -karotenem, konieczne staje się rozwinięcie warsztatu badawczego, który umożliwi zaobserwowanie interakcji pomiędzy różnymi grupami bioaktywnych fitozwiązków. Wyniki takich badań mogłyby stanowić punkt wyjścia do poszukiwania pojedynczych substancji bioaktywnych lub ich grup odpowiedzialnych za potencjał chemoprewencyjny. Innym podejściem jest sprawdzanie, czy wiedza na temat aktywności biologicznej pojedynczych substancji pozwala wnioskować o potencjalnej aktywności miesza-

nin tych substancji [16]. Możliwym rozwiązaniem jest także badanie bioaktywnej substancji w różnych produktach i poszukiwanie zbieżności w wynikach, co pozwoliłoby ocenić, czy efekt prozdrowotny udokumentowany w przypadku czystej substancji będzie widoczny niezależnie od matrycy żywieniowej, w której ta substancja jest obecna [14, 15].

Podsumowanie

W ciągu ostatnich dwudziestu lat powszechną strategią przeciwdziałania chorobom NCDs było stosowanie suplementów diety zawierających bioaktywne fitozwiązki. W badaniach epidemiologicznych koncepcja ta nie została jednak pozytywnie zweryfikowana. Jednocześnie wyniki badań prowadzonych wśród różnych grup ludności są potwierdzeniem na to, że dieta bogata w warzywa i owoce zmniejsza zagrożenie tzw. chorobami cywilizacyjnymi. Obserwacje wskazują, że aktywność biologiczna roślinnych substancji prozdrowotnych jest wynikiem interakcji pomiędzy tymi związkami, co zostało sformułowane w postaci hipotezy synergizmu żywieniowego, wskazującego na skojarzone działanie różnych składników danej rośliny jadalnej. W celu przełożenia tej hipotezy na strategię profilaktyczną niezbędne jest jej wsparcie badaniami naukowymi pozwalającymi na zrozumienie interakcji pomiędzy fitozwiązkami i matrycą roślinną, w której wstępują.

Publikacja została przygotowana w ramach projektu PRELUDIUM 10: 2015/19/N/NZ9/02921 "Porównanie potencjału chemoprewencyjnego różnych odmian wybranych owoców jadalnych" finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

Literatura

- [1] American Institute for Cancer Research / World Cancer Research Fund: Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective. AICR, Washington 1997.
- [2] American Institute for Cancer Research / World Cancer Research Fund: Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective. AICR, Washington 2007.
- [3] American Institute for Cancer Research / World Cancer Research Fund: Diet, Nutrition, Physical Activity and Cancer: A Global Perspective. Continuous Update Project Expert Report. WCRF International, London 2018.
- [4] ATBC Cancer Prevention Study Group: The effects of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. *The New England J. Med.*, 1994, 330, 1029-1035.
- [5] Boileau T.W., Liao Z., Kim S., Lemeshow S., Erdman J.W., Clinton S.K.: Prostate carcinogenesis in N-methyl-N-nitrosourea (NMU)-testosterone-treated rats fed tomato powder, lycopene, or energy-restricted diets. *J. Nat. Cancer Inst.*, 2003, 95, 1578-1586.
- [6] Ceriello A.: Possible role of oxidative stress in the pathogenesis of hypertension. *Review. Diabetes Care*, 2008, 31, 181-184.
- [7] Clark L.C., Combs G.F. Jr, Turnbull B.W., Slate E.H., Chalker D.K., Chow J., Davis L.S., Glover R.A., Graham G.F., Gross E.G., Krongrad A., Lesher J.L. Jr, Park H.K., Sanders B.B. Jr, Smith C.L., Taylor J.R.: Effects of selenium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of

- the skin. A randomized, controlled trial. Nutrition Prevention of Cancer Study Group. JAMA, 1996, 276 (24), 1957-1963.
- [8] Cooke D., Steward W.P., Gescher A.J., Marczyło T.: *Anthocyanins from fruits and vegetables – Does bright colour signal cancer chemopreventive activity?* Eur. J. Cancer, 2005, 41, 1931-1940.
- [9] Eberhardt M.V., Lee C.Y., Liu R.H.: Antioxidant activity of fresh apples. Nature, 2000, 405, 903-904.
- [10] Gaziano J.M., Glynn R.J., Christen W.G., Kurth T., Belanger C., MacFadyen J., Bubes V., Manson J.E., Sesso H.D., Buring J.E.: Vitamins E and C in the prevention of prostate and total cancer in men: The Physician's Health Study II randomized controlled trial. JAMA, 2009, 301 (1), 52-62.
- [11] Halliwell B.: Biochemistry of oxidative stress. Biochem. Soc. Trans., 2007, 35, 1147-1150.
- [12] Hanahan D., Weinberg, R.A.: Hallmarks of cancer: The next generation. Cell, 2011, 144 (5), 646-674.
- [13] Jacobs D.R., Steffen L.M.: Nutrients, foods, and dietary patterns as exposures in research: A framework for food synergy. Am. J. Clin. Nutr., 2003, 78, 508-513.
- [14] Jacobs D.R.: Challenges in research in nutritional epidemiology. Nutritional health: Strategies for disease prevention. 2nd ed. NJ Humana Press, Totowa 2006, pp. 25-35.
- [15] Jacobs D.R., Gross M.D., Tapsell T.C.: Food synergy: An operational concept for understanding nutrition. Am. J. Clin. Nutr., 2009, 89, 1543-1548.
- [16] Jacobs D.R., Tapsell L.C., Temple N.J.: Food synergy: The key to balancing the nutrition research effort. Pub. Health Rev., 2012, 33, 507- 529.
- [17] Kelloff G.J., Crowell J.A., Steele V.E., Lubet R.A., Malone W.A., Boone C.W., Kopelovich L., Hawk E.T., Lieberman R., Lawrence J.A., Jaye I.A., Viner J.L., Sigman C.C.: Progress in cancer chemoprevention: Development of diet-derived chemopreventive agents. J. Nutr., 2000, 130, 467-471.
- [18] Korge P., Calmettes G., Weiss J.N.: Increased reactive oxygen species production during reductive stress: The roles of mitochondrial glutathione and thioredoxin reductases. Biochim. Biophys. Acta, 2015, 1847, 514-525.
- [19] Levine N., Moon T.E., Cartmel B., Bangert J.L., Rodney S., Dong Q., Peng Y.M., Alberts D.S.: Trial of retinol isotretinoin in skin cancer prevention: A randomized, double-blind, controlled trial. Southwest Skin Cancer Prevention Study Group. Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev., 1997, 6 (11), 957-961.
- [20] Li W., Guo Y., Zhang C., Wu R., Yuqing-Yang A., Gaspar J., Kong A.T.: Dietary phytochemicals and cancer chemoprevention: A perspective on oxidative stress, inflammation, and epigenetics. Chem. Res. Toxicol., 2016, 29, 2071-1095.
- [21] Liu R.H.: Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention mechanism of action. J. Nutr., 2004, 134 (12 Suppl.), 3479-3485.
- [22] Liu R.H., Liu J., Chen B.: Apples prevent mammary tumors in rats. J. Agric. Food Chem., 2005, 53, 2341-2343.
- [23] McCullough M.L., Peterson J.J., Patel R., Jacques P.F., Shah R., Dwyer J.T.: Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality in a prospective cohort of US adults. Am. J. Clin. Nutr., 2012, 95, 454-464.
- [24] Moon T.E., Levine N., Cartmel B., Bangert J.L., Rodney S., Dong Q., Peng Y.M., Alberts D.S.: Effect of retinol in preventing squamous cell skin cancer in moderate-risk subjects: A randomized, double-blind, controlled trial. Southwest Skin Cancer Prevention Study Group. Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev., 1997, 6 (11), 949-956.
- [25] Omenn G.S., Goodman G.E., Thornquist M.D., Balmes J., Cullen M.R., Glass A., Keogh J.P., Meyskens F.L., Valanis B., Williams J.H., Barnhart S., Hammar S.: Effects of a combination of beta carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease. New Engl. J. Med., 1996, 334 (18), 1150-1155.
- [26] Peters U., Littman A.J., Kristal A.R., Patterson R.E., Potter J.D., White E.: Vitamin E and selenium supplementation and risk of prostate cancer in the VITamins And Lifestyle (VITAL) study cohort. Cancer Causes Control., 2008, 19 (1), 75-87.
- [27] Potter J.D.: The failure of cancer prevention. Carcinogenesis, 2014, 35, 974-982.

- [28] Seeram N.P., Adams L.S., Henning S.M.: *In vitro* antiproliferative, apoptotic and antioxidant activities of punicalagin, ellagic acid and a total pomegranate tannin extract are enhanced in combination with other poly-phenols as found in pomegranate juice. *J. Nutr. Biochem.*, 2005, 16, 360-367.
- [29] Shibata A., Paganini-Hill A., Ross R.K., Henderson B.E. Intake of vegetables, fruits, beta-carotene, vitamin C and vitamin supplements and cancer incidence among the elderly: A prospective study. *Brit. J. Cancer*, 1992, 66, 673-679.
- [30] Sies H.: Oxidative stress: A concept in redox biology and medicine. *J. Redox Biol.*, 2015, 4, 180-183.
- [31] Siti H.N., Karnisah Y., Karnisah J.: The role of oxidative stress, antioxidants and vascular inflammation in cardiovascular disease (a review). *Vasc. Pharmacol.*, 2015, 71, 40-56.
- [32] Sporn M.B., Suh N.: Chemoprevention: an essential approach to controlling cancer. *Nat. Rev. Cancer.*, 2002, 2, 537-543.
- [33] Stacewicz-Sapuntzakis M., Bowen P.E.: Role of lycopene and tomato products in prostate health. *Biochim. Biophys. Acta*, 2005, 1740, 202-205.
- [34] Ulrich C.M., Potter J.D.: Folate and cancer-timing is everything. *JAMA*, 2007, 297 (21), 2408-2409.
- [35] Valko M., Izakovic M., Mazur M., Rhodes C.J.: Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. *Mol. Cell. Biochem.*, 2004, 266, 37-56.
- [36] Wald N.: Low serum-vitamin A and subsequent risk of cancer. Preliminary results of a prospective study. *Lancet*, 1980, 2, 813-815.
- [37] World Health Organization: Global Status Report on Noncommunicable Diseases. WHO, Geneva 2014.
- [38] Traka M., Mithen R.: Glucosinolates, isothiocyanates and human health. *Phytochemistry Reviews*, 2009, 8 (1), 269-282.

BIOACTIVE PHYTOCHEMICALS IN CHEMOPREVENTION OF CHRONIC NON-COMMUNICABLE DISEASES: FRUITS AND VEGETABLES OR DIETARY SUPPLEMENTS?

S u m m a r y

According to the report produced in 2014 by the World Health Organization (WHO), the chronic non-communicable diseases (NCDs), i.e. the so-called diseases of civilization that include inter alia cardiovascular diseases, chronic respiratory diseases, cancer or type 2 diabetes, are now an immediate cause of more than 50 % of all premature deaths worldwide. The research carried out over the past 20 years proved that the diet was an essential factor to influence the risk of those diseases. On the other hand the growing consumer knowledge of chemopreventive properties of certain food ingredients, in particular of those derived from plants, made it possible to use some edible plants to prevent chronic diseases. Health promoting properties of those foods are mostly associated with the presence of antioxidants that may affect many essential biological mechanisms of critical importance for the proper functioning of human body. In numerous research studies strong physiological effects of, among others, bioactive plant phenols were demonstrated. Those observations have become commercialized in the form of mass production of dietary supplements enriched with the substances referred to as antioxidants, although their chemical properties did not always justified the use of this term. In the epidemiological studies it was proved that the expectations of entrepreneurs were not fully reasoned. It turned out that the isolated bioactive phytochemicals might not be as effective as chemopreventive factors as were the fruits or vegetables containing them. In the paper it was attempted to critically assess the reasons of this situation.

Key words: chemoprevention, bioactive phytochemicals, non-communicable diseases (NCDs), cancer, antioxidants ☒

ROBERT DULIŃSKI

WYBRANE ASPEKTY BIOTECHNOLOGICZNEJ PRODUKCJI KAROTENOIDÓW

Streszczenie

Przez ostatnie kilkanaście lat obserwuje się rosnące zainteresowanie alternatywnymi metodami pozyskiwania witamin. Jest to odpowiedź na produkcję żywności wysoko przetworzonej, często pozbawionej tych niezbędnych dla funkcjonowania organizmu składników, jak również poszukiwanie możliwości rozwiązania problemu niedoborów żywności w krajach rozwijających się. Zagadnienie dotyczy szczególnie witaminy A oraz jej prekursorów, których deficyt w diecie może skutkować wadami wzroku, a nawet prowadzić do śmierci.

Celem pracy było przybliżenie strategii związanych z mikrobiologiczną syntezą karotenoidów m.in. w komórkach *Escherichia coli* oraz wybranych gatunkach mikroalg i grzybów. Zastosowanie metod mikrobiologicznej produkcji tych nutraceutyków powoduje obniżenie kosztów, zmniejszenie ilości odpadów, wydatkowanej energii, jak również pozwala na wykorzystanie nowych surowców, takich jak nietypowe cukry pochodzące z odpadów przemysłu owocowo-warzywnego czy oleje roślinne. W artykule przedstawiono też strategie inżynierii genetycznej stosowane w modyfikacji ścieżki biosyntezy karotenoidów w tkankach roślinnych zmierzające do akumulacji wybranych związków oraz zagadnienia związane z ich biodostępnością w uzyskanych produktach. Omówienie procesów produkcji karotenoidów poprzedzono charakterystyką najważniejszych właściwości i walorów żywieniowych witaminy A oraz jej karotenoidowych prekursorów. Szczególną uwagę zwrócono na zagadnienia dotyczące selekcji szczepów oraz warunków hodowli mikroalg jako nadproducentów karotenoidów, jak również procesów transformacji komórek roślinnych w celu uzyskania bogatych w prowitaminę A odmian roślin, na przykładzie projektu „Złoty ryż” oraz perspektyw jego rozwoju.

Słowa kluczowe: karotenoidy, β -karoten, witamina A, rośliny transgeniczne, „Złoty ryż”

Witamina A oraz karotenoidy

Rozległa literatura dotycząca β -karotenu dowodzi wysokiego zainteresowania witaminą A oraz jej prekursorami – karotenoidami w kontekście aspektów biomedycznych oraz żywieniowych [11, 14, 19, 40, 47].

Dr hab. R. Duliński, Katedra Biotechnologii Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 31-149 Kraków. Kontakt: r.dulinski@ur.krakow.pl

Odkrycia witaminy A dokonał Elmer McCollum na Uniwersytecie Yale w 1900 roku w trakcie badań nad wysokobiałkową i węglowodanową, a równocześnie pozbawioną olejów oraz masła dietą szczurów doświadczalnych, która prowadziła do śmierci gryzoni. Zidentyfikowano wówczas tzw. czynnik A, który później nazwano witaminą A. Struktura witaminy A została wyjaśniona w latach 1929 - 1931 przez Paula Karrera, laureata nagrody Nobla, po ekstrakcji związku z olejów pochodzących z wątroby halibuta i makreli. Witamina A dostaje się do organizmu w formie prekursora – najistotniejszego pod względem biologicznym – β -karotenu (prowitamina A, $C_{40}H_{56}$). Proces metaboliczny konwersji karotenoidów z prowitaminy A do aktywności retinoli jest prowadzony poprzez utlenianie i symetryczny rozkład cząsteczki, reakcja jest katalizowana przez enzym 15,15'-monoksygenazę- β -karotenu (EC 1.13.11.21) [23].

Struktura chemiczna

Karotenoidy to grupa terpenów, blisko 700 strukturalnie spokrewnionych związków, z których 10 % obecnych jest w znaczących ilościach w przyrodzie, a ponad 20 zidentyfikowano w ludzkim osoczu [45]. Występują głównie w roślinach, glonach, bakteriach i grzybach. Są zbudowane z 8 podjednostek izoprenoidowych, formalnie to pochodne likopenu powstałe w wyniku reakcji uwodornienia, odwodornienia, utlenienia czy cyklizacji cząsteczki [46]. Karotenoidy są znane jako pomarańczowo-czerwone barwniki występujące w takich roślinach, jak: marchew, pomarańcze, pomidory oraz w żółtych barwnikach wielu kwiatów. Charakterystycznym elementem jest wspomniany łańcuch polienowy o długości 3 - 15 podjednostek, co wpływa na spektrum absorpcji oraz barwę związku. W wielu przypadkach w warzywach i tkankach aktywnych fotosyntetyczne chlorofile maskują ciemnopomarańczową barwę produktów bogatych w karotenoidy (np. w pokrzywie, *Urtica dioica* L.) [27].

Funkcje

Źródłem witaminy A w diecie są przede wszystkim: (1) estry retinyli, retinolu (2) α - i β -karoten, kryptoksantina. Szeroka grupa związków pełni rozliczne funkcje zarówno pod względem żywieniowym, jak i zastosowań w przemyśle spożywczym w aspekcie technologicznym [5, 7, 13, 14]. Karotenoidy są wykorzystywane m.in. do barwienia margaryny, masła, soków owocowych i piwa, zup, produktów mleczarskich, deserów i sałatek, syropów, mięsa oraz past. Należą do najważniejszych barwników roślinnych. Odgrywają kluczową rolę w definiowaniu parametrów jakościowych owoców i warzyw, a w ochronie przed degradacją fotooksydacyjną wykazują korelację z właściwościami przeciwutleniającymi w żywieniu i organizmie człowieka.

Szacunkowa wartość rocznej produkcji karotenoidów w 2019 roku będzie wynosiła 1,8 mld USD [44]. Związki te są wprowadzane do żywności w ilościach 2 ÷ 50 ppm jako barwniki, z czego zaledwie 2 % całkowitej ilości wykorzystywanej

w przemyśle spożywczym pochodzi z ekstrakcji naturalnych źródeł. Warto zaznaczyć, że naturalne karotenoidy charakteryzuje bezpieczeństwo wynikające m.in. ze statusu GRAS (ang. *Generally Recognized as Safe*) przyznanego mikroorganizmom, z których są pozyskiwane, przez Agencję ds. Żywności i Leków USA (ang. Food and Drug Administration, FDA).

Za pomocą barwnika E160B, otrzymywanego naturalnie z nasion drzewa tropikalnego arnoty właściwej (annatto) biksyny i norbiksyny, nadaje się barwę takim produktom, jak: margaryny, dekoracje i polewy na słodczykach, pieczywo i wyroby ciastkarskie, lody, likiery, sery topione (aromatyzowane lub z dodatkami smakowymi), sery dojrzewające, ryby wędzone oraz aromatyzowane płatki śniadaniowe [48] (tab. 1).

Tabela 1. Przykłady zastosowania wybranych karotenoidów roślinnych

Table 1. Examples of application of selected plant carotenoids

Roślina / Plant	Karotenoidy Carotenoids	Zastosowanie Application
Korzeń marchwi / Carrot root	Karoteny, głównie β -karoten Carotenes, mainly β -carotene	Suplement diety Diet supplement
Drzewko orleańskie (<i>Bixa orellana</i> L.) Orleana eve (<i>Bixa orellana</i> L.)	Biksyna, norbiksyna (annatto) Bixin, norbixin (annatto)	Barwnik spożywczy Food dye
Owoc <i>Capsicum annum</i> <i>Capsicum annum</i> fruit	Kapsantyna, kapsorubina (papryka) Capsanthin, capsorubin (peeper)	Barwienie żywności Food colouring
Płatki <i>Crocus sativus</i> Petals of <i>Crocus sativus</i>	Krocyna, krocetyna Crocine, crocethin	Suplement diety Diet supplement
Owoc pomidora / Tomato fruit	Likopen / Lycopene	Suplement diety Diet supplement
Olej palmowy / Palm oil	Karoteny / Carotenes	Suplement diety, barwnik Diet supplement, colourant

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [13, 39, 41, 44] / the author's own study based on [13, 39, 41, 44]

Aspekty kliniczne

Karotenoidy wpływają na obniżenie ryzyka wystąpienia choroby wieńcowej, nowotworów, dystrofii mięśniowej. Likopen redukuje ryzyko pojawienia się raka prostaty [17, 42]. Zeaksantyna i luteina to związki, które chronią przed skorelowanym z wiekiem zwyrodnieniem plamki żółtej oka, ponadto niedobór β -karotenu i β -kryptoksantyny może prowadzić do ślepoty zmierzchowej [5, 23, 55].

Globalne występowanie niedoborów witaminy A w populacji na podstawie danych opublikowanych przez Światową Organizację Zdrowia w 2015 roku wskazuje, że u blisko 19,0 mln dzieci w wieku przedszkolnym i 19,1 mln kobiet w ciąży odnotowano poziomy stężenia retinolu poniżej 0,7 $\mu\text{mol/l}$, co stanowi dolną granicę normy, po-

niżej której diagnozuje się niedobór witaminy A. Problem jest rozpowszechniony zwłaszcza w krajach rozwijających się, w których produkt krajowy brutto (PKB) jest mniejszy niż 15 000 USD rocznie (ok. 90 % ludności na świecie).

Metody produkcji

Synteza chemiczna

Pierwsza synteza chemiczna witaminy A została przeprowadzona przez Holendrów Arensa i van Dorpa w latach 1946 - 1947 w przedsiębiorstwie Organon International. Synteza chemiczna karotenoidów to wciąż główny sposób pozyskiwania tych bioaktywnych substancji, a rynek zdominowany jest przez duże koncerny chemiczne [4]. Koszt pozyskiwania substratów do syntezy jest wysoki, co stanowi barierę dla potencjalnych nowych producentów. Wielkość produkowanej, głównie chemicznie, witaminy A wynosi 2700 t rocznie (Hoffmann-La Roche, BASF, Rhône-Poulenc), a β -karotenu – 400 t/rok, (Hoffmann-La Roche, BASF) [16, 17]. Wprowadzane w ostatnich latach techniki enkapsulacji lub innej formy inkorporacji syntetycznego β -karotenu, np. do ziaren ryżu, mogą być pewną alternatywą dla biotechnologicznych metod wzmacniania produkcji w roślinach oraz fitofarmingu [47].

Mikrobiologiczna produkcja karotenu – warunki hodowli

Jedną z pierwszych mikrobiologicznych produkcji karotenu na skalę przemysłową przeprowadzono w 1966 roku na terenie dawnego ZSRR. Od tego czasu znacznie udoskonalono zarówno same szczepy mikroorganizmów, jak i warunki ich hodowli oraz pozyskiwania końcowych produktów. Najbardziej wydajne szczepy to gatunki mikroalg, drożdży oraz grzybów: *Haematococcus pluvialis*, *Chlorella*, *Pfaffia rhodozyma*, *Dunaliella salina*, *Rhodotorula glutinis* czy *Blakeslea trispora* [1, 31, 43]. Należy podkreślić przewagę prowadzenia procesu metodami mikrobiologicznej syntezy nad tradycyjną technologią syntezy chemicznej wynikającą m.in. z:

- 1) niższych kosztów produkcji. Np. cena syntetycznego związku do wytworzenia astaksantyny kształtuje się na poziomie 1000 - 2500 USD w stosunku do 500 – 700 USD w przypadku produktu pozyskiwanego z biomasy mikroalg czy 250 USD – ekstrahowanego z komórek grzybów [18];
- 2) podwyższenia potencjalnych korzyści zdrowotnych z uwagi na obecność w produktach aktywnych pochodnych, takich jak: luteina, zeaksantyna, wiolaksantyna czy astaksantyna [14, 45];
- 3) rosnących kosztów syntezy chemicznej wynikających z wyczerpywania się źródeł surowców ropopochodnych oraz toksyczności wykorzystywanych półproduktów (toluen, aceton, pirydyna) [38, 43].

W optymalnych warunkach hodowli mikroalg stężenie soli (siarczanu chininy) powinno utrzymywać się na maksymalnym dopuszczalnym poziomie ($18 \div 27 \%$), aby

zminimalizować rozwój orzęsków i ameb [39, 43]. Do hodowli kontrolowanej w ograniczonym zakresie wykorzystywane są stawy o powierzchni $5 \div 250$ ha. Hodowla intensywna dotyczy akwenów o pow. 3000 m^2 , w których niwelowanie gradientu stężenia substancji odżywczych następuje przy użyciu mieszadeł łopatkowych pracujących z niewielką intensywnością, aby ograniczyć efekt uszkodzenia komórek mikroalg. Wydajność hodowli to ok. 9 kg karotenu dziennie z akwakultury o powierzchni ok. 1 ha. Proces akumulacji karotenoidów stymulowany jest w warunkach stresu środowiskowego wywołanego przez zmianę warunków świetlnych czy m.in. takich parametrów, jak: zasolenie, pH, zawartość składników odżywczych (m.in. fosforanów i azotanów) [30, 49]. Proces wymusza na komórkach gromadzenie zapasów karotenoidów stanowiących swoistą tarczę ochronną dla nadmiernej energii wydzielanej w wyniku fotosyntezy.

Proces oczyszczania otrzymanego produktu obejmuje takie techniki preparatywne, jak: flokulacja, adsorpcja powierzchniowa (siarczanem(VI) glinu, siarczanem(VI) żelaza(III), chlorkiem żelaza(III)) lub wirowanie w wirówkach z przepływem ciągłym, ($1 \text{ m}^3/\text{h}$, $5 \div 15\,000 \text{ rpm}$). Końcowy produkt przyjmuje postać pasty zawierającej $20 \div 40 \%$ s.m., w której obecne są inne karotenoidy (do 15%), m.in. luteina, zeaksantyna, kryptoksantyna [9, 18]. Karotenoidy są bardzo labilne i w trakcie procesu suszenia rozpyłowego produktu finalnego konieczny jest dodatek przeciwutleniaczy, który zapewnia ochronę przed utlenianiem i izomeryzacją (izomer *cis*- β -karotenu jest znacznie skuteczniejszy w prewencji raka, co wykazano w badaniach na szczurach) [22]. Metody pozyskiwania karotenoidów udoskonalono poprzez zastosowanie dezintegracji komórek ultradźwiękami oraz wprowadzenie surfaktantów, m.in. metylosulfotlenku, w procesie oczyszczania [51].

Nowe alternatywne źródła substratów, takie jak olej buriti pozyskiwany z palmy *Mauritia flexuosa* i wykorzystanie lipolitycznych szczepów *Thermomyces lanuginosus* (immobilizowane komórki) oraz *Yarrowia lipolytica* (płynne) przy zastosowaniu krio-koncentracji, odkwaszania (usunięcie 70% wolnych kwasów tłuszczowych) i wspomaganej etanolem ekstrakcji pozwalają na uzyskanie zawartości karotenoidów na poziomie $3,9 \text{ ppm}$ [43].

W porównawczej analizie transkryptomu *H. pluvialis* w odniesieniu do procesu biosyntezy astaksantyny w odpowiedzi na monochromatyczne czerwone (660 nm) oraz niebieskie (450 nm) światło emitowane przez diody LED wykazano, że promieniowanie to stanowi kolejny czynnik, który umożliwia zwiększenie mikrobiologicznej produkcji tego karotenoidu [28]. Transformacja genu desaturazy fitoenu (EC 1.3.99.31) w chloroplastach *H. pluvialis* pod kontrolą promotora *psbA*/UTR pozwoliła na zwiększenie akumulacji astaksantyny w komórkach o blisko 67% [16]. Astaksantyna, której koszt pozyskania z *Haematococcus* wynosi 552 USD/kg , została zaaprobowana w Japonii do konsumpcji jako naturalny czerwony barwnik żywności i pigment pasz

w żywieniu ryb [35, 43]. Również amerykańska Agencja Żywności i Leków oraz Kanadyjska Agencja Inspekcji Żywności (ang. Canadian Food Inspection Agency, CFAI), podobnie jak kilka krajów europejskich, zaakceptowały użycie tego pigmentu jako dodatku do karmy dla łososi oraz aktualnie również jako suplementu diety.

Inny przykład mikrobiologicznej produkcji karotenoidów to kofermentacja szczepu *Rhodotorula glutinis* 22P z bakteriami kwasu mlekowego [15, 20]. W tym przypadku jest to naturalny substrat zawierający laktozę (permeat po ultrafiltracji serwatki). W miksotroficznej kulturze odnotowano akumulację głównie β -karotenu, torulenu oraz torularodyny. Szczep nie przyswaja laktozy, ale łatwo przyswaja glukozę oraz galaktozę, dlatego kofermentacja następuje z bakteriami rodzaju *Lactobacillus* (*L. halveticus* 12A).

Typowe warunki hodowli są następujące:

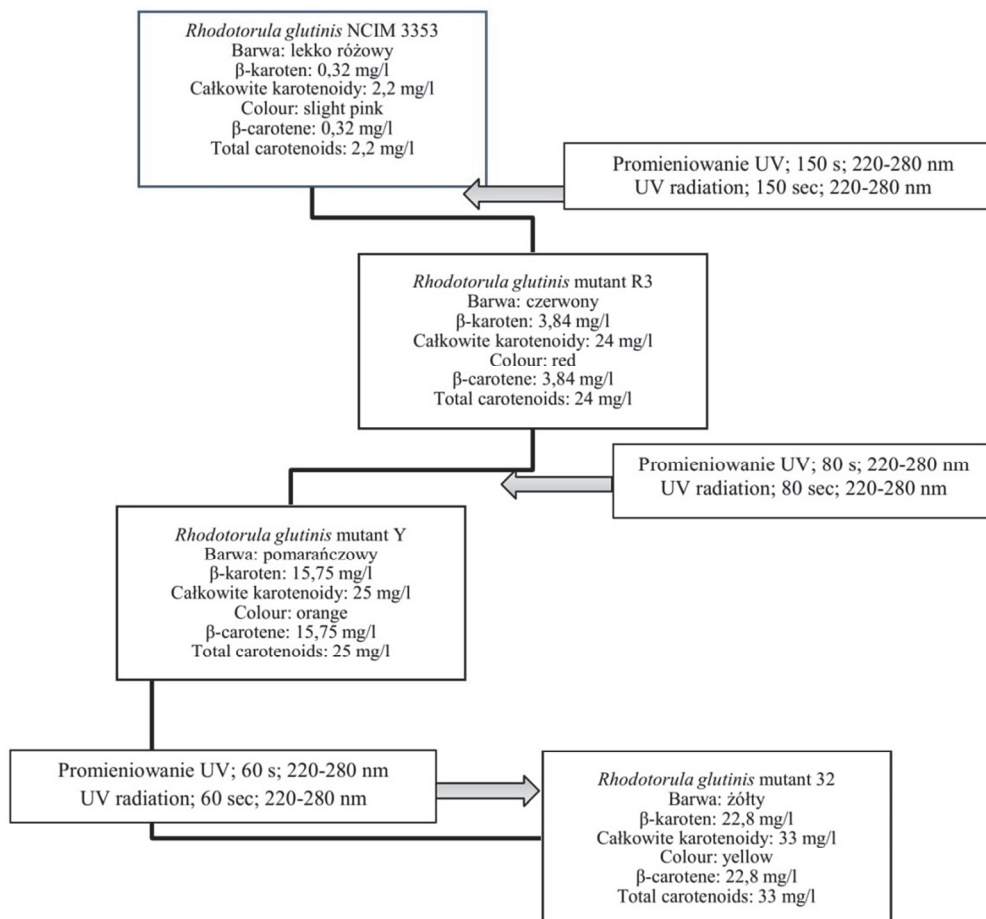
- temperatura 30 °C, pH 6,0,
- napowietrzanie: 0,55 l powietrza/l pożywki/min,
- mieszanie: 220 rpm, 7 dni hodowli,
- maksymalna produkcja egzopolisacharydów (8,2 g/l): 4. dzień hodowli,
- akumulacja karotenoidów (263 mg/g s.m. komórek): 6. dzień, faza stacjonarna.

Alternatywną metodą stosowaną do zwiększania produkcji związków karotenoidowych jest wykorzystanie czynników mutagennych, np. promieniowania UV, którego krótkie cykle pozwalają na wyselekcjonowanie wysokowydajnych szczepów (rys. 1) [21, 37].

Szczep *Rhodotorula* charakteryzuje się największym potencjałem produkcji karotenoidów: torulenu oraz torularodyny, które mogą być wykorzystywane jako barwniki oraz przeciwutleniacze w przemyśle spożywczym [26].

Genetyczna modyfikacja ścieżki biosyntezy karotenoidów – problemy i strategie

Zasadnicze problemy w modyfikacji szlaku biosyntezy karotenoidów stanowią prekursorzy, które są zużywane do rozszerzenia istniejących ścieżek metabolicznych [13, 28, 47]. Kolejna kwestia to zapewnienie magazynowania w komórkach produktu, zwłaszcza jeśli jest on lipofilny tak jak karotenoidy. Proste związki izoprenoidowe są równocześnie substratami do syntezy tokoferoli, fitohormonów oraz pochodnych karotenoidowych [8, 10, 13, 14, 56].

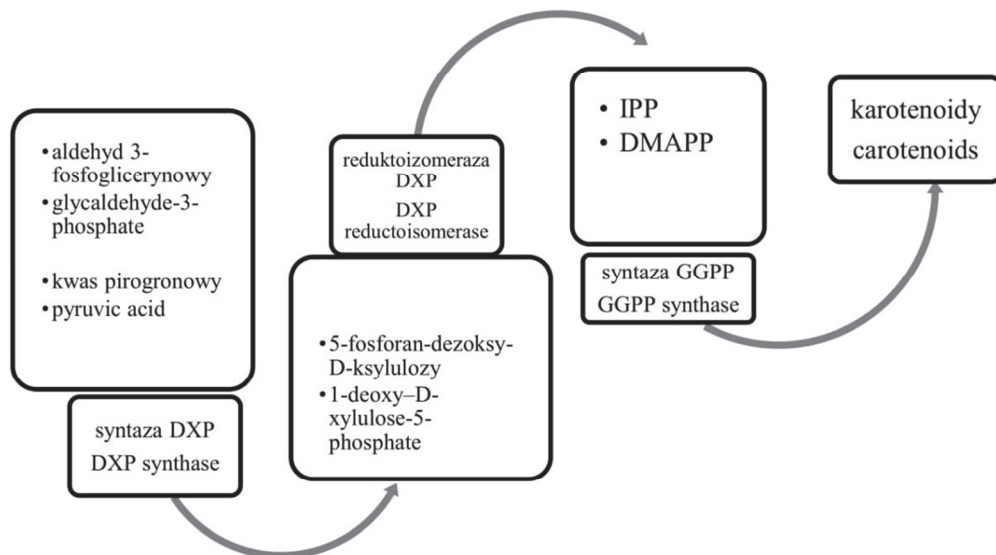


Rys. 1. Przykładowy schemat procedury udoskonalania szczepu *Rhodotorula glutinis* w celu zwiększenia produkcji karotenoidów

Fig. 1. Example scheme of *Rhodotorula glutinis* strain improving procedure for the purpose of increasing carotenoid production

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [20, 21] / the author's own study based on [20, 21]

Escherichia coli to wygodny gospodarz dla heterologicznej produkcji karotenoidów. Większość genów karotenoidowych z bakterii, grzybów i roślin wyższych może podlegać funkcjonalnej ekspresji w komórkach tej bakterii. Na rys. 2. przedstawiono wczesne etapy biosyntezy karotenoidów. Należy zwrócić uwagę, że ścieżka bakteryjna i roślinna syntezy izoprenoidów jest odmienna od ścieżki biosyntezy u zwierząt (prekursor – kwas mewalonowy) [53].



Objaśnienia / Explanatory notes:

DXP – 5-fosforan 1-dezoksy-D-ksylulozy / 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate; IPP – pirofosforan izopentyłu / isopentenyl pyrophosphate, DMAPP – pirofosforan dimetyloallilu / dimetyloallil diphosphate, GGPP – pirofosforan geranogeranylu / geranogeranyl pyrophosphate

Rys. 2. Wczesne etapy biosyntezy karotenoidów w transformowanych komórkach *E. coli*

Fig. 2. Early stages of carotenoids biosynthesis in transformed *E. coli* cells

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [44, 49, 53] / the author's own study based on [44, 49, 53]

Problem dostarczania prekursorów może być rozwiązany po zastosowaniu inżynierii metabolicznej ścieżki 5-fosforanu-dezoksy-D-ksylulozy, która zwiększy poziom pirofosforanu izopentyłu – prekursora biosyntezy większości karotenoidów. W tym celu poddano transformacji komórki bakteryjne i uzyskano nadekspresję:

- syntazy 5-fosforanu 1-dezoksy-D-ksylulozy (EC 2.2.1.7),
- reduktoizomerazy 1-dezoksy-D-ksylulozofosforanu (EC 1.1.1.267),
- izomerazy fosforanu izopentyłu (EC 5.3.3.2).

W efekcie odnotowano stymulację karotenogenezy 3,5-krotnie wobec macierzystego szczepu bakteryjnego do końcowej wydajności 1,5 mg β -karotenu/g suchej masy komórek [44].

Stosunkowo nowa strategia w odniesieniu do komórek *E. coli* to tzw. inżynieria membranowa, gdzie karotenoidy, podobnie jak wiele związków lipofilnych, mogą być akumulowane poprzez nadekspresję integralnych białek błonowych: podjednostki b ATPazy czy receptora chemotaksji Tsr oraz poszerzenie powierzchni i struktury błon. Zastosowanie tej strategii zapewniło depozycje β -karotenu w rekombinowanym szczepie

pie *E. coli* CAR025, na poziomie 44,2 mg/g, co stanowi wzrost o 39 % w stosunku do macierzystego szczepu [56].

Transgeniczne rośliny

Obecnie znane są trzy strategie zwiększania poziomu karotenoidów w tkankach roślin:

- 1) modyfikacja szlaku biosyntezy w celu jego przesunięcia do kolejnego produktu karotenoidowego, np. w pomidorze (*Lycopersicon esculentum*),
- 2) zwiększenie zawartości istniejących karotenoidów, np. w rzepaku (*Brassica napus*),
- 3) inżynieria ścieżki karotenogenezy w tkankach kompletnie pozbawionych karotenoidów, np. endosperma ryżu (*Oryza sativa*).

Te strategie można jeszcze uzupełnić angielskimi terminami: „push” (strategia 1), „block” oraz „sink”, co w przypadku tych dwóch ostatnich technik projektowania oznacza blokowanie lub wyłączanie szlaków metabolicznych prowadzących m.in. do biosyntezy konkurencyjnych produktów, takich jak tokoferole [3, 32].

W przypadku pomidora (*Lycopersicon esculentum*) zasadniczym produktem macierzystych odmian jest likopen, który stanowi ok. 75 ÷ 80 % całkowitej zawartości karotenoidów [19], co wynika m.in. z negatywnej regulacji ekspresji dwóch genów cykazy likopenu (EC 5.5.1.18) (*Lcy-b* i *Lcy-e*) na końcowym etapie dojrzewania owocu. W tym przykładzie oczywistym wyborem jest strategia „push”, zmierzająca do cyklizacji liniowego prekursora w kierunku biosyntezy α - oraz β -karotenu. W wyniku procesów transgenezy, m.in. poprzez nadekspresję genu cykazy likopenu, wyprowadzono linie pomidora bogate w β -karoten (żółta barwa owoców) oraz jego cykliczne pochodne akumulujące 130 ÷ 200 μg β -karotenu/g s.m. (‘Red Setter’, ‘HighCaro’) [6]. Skuteczny mechanizm transformacji zapewniły m.in. wybór silnego konstytutywnego promotora CaMV 35S, wykorzystanie sekwencji cDNA *Lcy-b* oraz wytypowanie do transformacji odmiany ‘Red Setter’, komercyjnej, wyselekcjonowanej linii o dużej zawartości karotenoidów w owocach.

Ostatnia ścieżka modyfikacji (strategia 3) wynika z analizy danych FAO/WHO oraz innych raportów żywieniowych, według których to trzy ziarna zbóż: ryżu, kukurydzy i pszenicy, czyli tzw. „staple food”, wspólnie zapewniają ponad 50 % energii dla globalnej populacji, przy czym są stosunkowo ubogie w witaminy oraz składniki odżywcze. Ten deficyt jest szczególnie niebezpieczny w przypadku niedoboru witaminy A [35]. Jednocześnie w pewnych strefach klimatycznych, m.in. w Afryce Subsaharyjskiej, z uwagi na uwarunkowania agronomiczne dominujące areale mogą stanowić uprawy manioku czy bananów (*Musa* spp.), np. w Ugandzie, gdzie triploidalny genom tej rośliny posłużył naukowcom, przy wsparciu fundacji Billa i Melindy Gatesów, do selekcji oraz modyfikacji ścieżki karotenogenezy. Ostatnia faza projektu (2012 - 2017)

początkowo obejmowała uzyskanie całkowitej liczby 200 niezależnych linii transgenicznych odmian „M9” i „Nakitembe” MtPsy2a, które mogą akumulować blisko 20 μg β -karotenu/g tkanki [39].

„Złoty ryż” i co dalej

Ryż (*Oryza sativa*) to istotne źródło białek i energii charakteryzujące się znaczącym niedoborem mikroelementów oraz prekursorów witaminy A. Stanowi główny składnik diety w krajach rozwijających się. W Azji 70 % dzieci choruje z powodu niedoboru witaminy A, 1 ÷ 2 mln dzieci może uniknąć śmierci w wieku 1 - 4 lat dzięki dostarczeniu wymaganej dawki tej witaminy [55]. Nawet jeśli program rządowy zaleca fortyfikację ryżu witaminą A, to często nie dociera on do biedniejszych regionów, gdzie ryż podlega ręcznej obróbce i hodowcy dysponują własnym ziarnem. Łuskanie ziaren ryżu wiąże się z usuwaniem warstwy aleuronowej bogatej w tłuszcze, celem zahamowania procesu jęlczenia, bardzo prawdopodobnego zwłaszcza w strefie tropikalnej i subtropikalnej. Jednocześnie łuskany biały ryż nie zawiera praktycznie prowitaminy A, natomiast w nieprzemielonym brązowym ryżu obecne są znaczące pod względem żywieniowym ilości witaminy B₁, żelaza, wapnia, ale już tylko śladowe ilości prowitaminy A (0,1 $\mu\text{g/g}$ ziarna) [37].

Wymienione przyczyny i alarmujące dane stanowiły wystarczający impuls do zaprojektowania odmiany ryżu, która byłaby w stanie zaspokoić przynajmniej część zapotrzebowania na witaminę A, głównie w społeczeństwach azjatyckich. Przy wsparciu fundacji Rockefellera i po przejściu komercyjnej ścieżki przez firmę Syngenta, zainicjowano badania na Uniwersytecie we Freiburgu (Peter Beyer) oraz w Politechnice Federalnej w Zurychu (Ingo Potrykus) [2, 24, 35]. Pierwotnie sugerowano, że problemem „Złotego ryżu” może być stosunkowo mała biodostępność prowitaminy. Przykładowo współczynnik konwersji w owocach wynosi 6 : 1, a parametr ten w przypadku szpinaku ma wartość 24 : 1, co przejawia się ubogim wchłanianiem witaminy A w procesie trawienia [14]. W badaniach dzieci w wieku szkolnym, które spożywały „Złoty ryż”, szpinak lub czysty β -karoten w kapsułkach oleju wykazano jednak, że β -karoten w „Złotym ryżu” został przekonwertowany do retinolu równie skutecznie jak w preparacie podawanym jako suplement i skuteczniej nawet niż β -karoten obecny w szpinaku [14].

W celu zwiększenia zawartości prowitaminy testowano produkcję karotenu z odmian transgenicznych, w których źródłowe geny pochodziły nie tylko z żonkila (*Narcissus pseudonarcissus*), ale i z sałaty, papryki czy kukurydzy i właśnie te ostatnie transgeny (ZmPSY i PaCrtI) okazały się najbardziej efektywne. W rezultacie, w roku 2006 powstał projekt „Golden Rice 2” [49]. W ramach prac badawczych udało się pozyskać odmiany, które akumulowały w bielmie ryżu blisko 30 μg β -karotenu/g, co stanowi wynik blisko 20-krotnie lepszy niż początkowe rezultaty pierwszej edycji pro-

jektu (1999 - 2002). Odpowiedzi na tak spektakularny wzrost należy szukać w mechanizmach ekspresji genu syntazy fitoenu (PSY, EC: 2.5.1.32). Enzym ten występuje w tkankach roślinnych w postaci kilku izoenzymów *psy1*, *psy2*, *psy3*, których struktura III-rzędowa to tylko nieznaczne różnice w sekwencji pojedynczych aminokwasów (1-2 aa w pozycji 168 oraz 257). Odmiany z izoenzymem *psy1*, zidentyfikowane w kukurydzy tworzą różne typy globularnych lub fibrylarnych plastoglobul [49], które mogą kierować biosyntezę karotenoidów do alternatywnych subkomórkowych lokalizacji, co w istotny sposób wpływa na proces magazynowania oraz powiązaną z nim biodostępność karotenoidów.

W ocenie biodostępności warto wspomnieć badania Lipkiego i wsp. [30], w których analizie poddano transgeniczne sorgo. Oznaczono obecność kilkakrotnie większej puli karotenoidów w bielmie ziarna odmiany modyfikowanej genetycznie: $3,1 \div 14 \mu\text{g } \beta\text{-karotenu/g s.m.}$ (włączając izomery β -karoten, α -karoten, α -kryptoksantynę, i β -kryptoksantynę) w stosunku do $0,9 \div 1,5 \mu\text{g/g s.m.}$ w nietransgenicznym ziarnie. Za pomocą badania symulującego trawienie *in vitro* wykazano jednak, że karotenoidy z tego biofortyfikowanego ziarna sorga były mniej dostępne niż z ziaren pozyskanych z odmiany dzikiej [30]. Jedną z możliwych interpretacji otrzymanych wyników jest wiązanie karotenoidów przez białka kafiiryny obecne w bielmie sorga, co utrudnia proces ich uwolnienia z matrycy.

Kolejne problemy w programie „Złotego ryżu” to jego uprawa polowa oraz wpływ deficytu prekursora GGPP na syntezę innych substancji, dla których jest substratem, np. kwasu giberelinowego czy innych fitohormonów [12, 46]. Osobnym problemem jest konieczność przeprowadzenia kosztochłonnych i długotrwałych badań niezbędnych do zaakceptowania produktu przez międzynarodowe agencje, przy stosunkowo sceptycznym podejściu części opinii publicznej [38, 51].

Podsumowanie

W ostatnich kilkunastu latach odnotowuje się rosnące zapotrzebowanie na karotenoidy jako substancje barwiące, składniki biofarmaceutyków czy też kosmetyków. Zdecydowana większość produkcji jest nadal realizowana metodami chemicznymi, chociaż dynamiczny rozwój inżynierii genetycznej pozwala na konstruowanie odmian roślin i udoskonalanie szczepów mikroorganizmów nadprodukujących czy też akumulujących karotenoidy w ilościach $20 \div 40 \mu\text{g/g}$ tkanki lub biomasy. Pierwszoplanowym przykładem tej technologii jest omówiony projekt „Złoty ryż”, aczkolwiek przedsięwzięcie to jest równocześnie najlepszą ilustracją ograniczeń technologii GM w produkcji żywności funkcjonalnej. Pomimo kilkunastu lat badań i wysiłku dużej grupy naukowców projekt nadal jest w fazie wdrożenia z uwagi na aspekty prawne.

Projekt finansowany w ramach Grantu MNiSW na działalność statutową.

Literatura

- [1] Asker D.: High throughput screening and profiling of high-value carotenoids from a wide diversity of bacteria in surface seawater. *Food Chem.*, 2018, 261, 103-111.
- [2] Beyer P., Al-Babili S., Ye X., Lucca P., Schaub P., Welsch R., Potrykus I.: Golden Rice: Introducing the beta-carotene biosynthesis pathway into rice endosperm by genetic engineering to defeat vitamin A deficiency. *J. Nutr.*, 2002, 132, 506S-510S.
- [3] Binod P., Sindhu R., Pandey A.: Production of vitamins. *Compr. Food Ferment. Biotechnol.*, 2010, II, 959-980.
- [4] Cataldo V.F., López J., Cárcamo M., E. Agosin E.: Chemical vs. biotechnological synthesis of C13-apocarotenoids: Current methods, applications and perspectives. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2016, 100, 5703-5718.
- [5] Chew B.P., Park J.S.: Carotenoid Action on the Immune Response. *J. Nutr.* 2004, 134 (1), 257S-261S.
- [6] D'Ambrosio C., Stigliani A.L., Giorio G.: Food from genetically engineered plants: Tomato with increased β -carotene, lutein, and xanthophylls contents. In: *Genetically Modified Organisms in Food. Production, Safety, Regulation and Public Health*. Eds. R.R. Watson and V.R. Preedy. Academic Press, San Diego 2016, pp. 361-380.
- [7] Davinelli S., Nielsen M.E., Scapagnini G.: Astaxanthin in skin health, repair, and disease: A comprehensive review. *Nutrients*, 2018, 10, 1-12.
- [8] DellaPenna D.: A decade of progress in understanding vitamin E synthesis in plants. *J. Plant Physiol.*, 2005, 162, 729-737.
- [9] Dey S., Rathod V.K.: Ultrasound assisted extraction of β -carotene from *Spirulina platensis*. *Ultrasound. Sonochem.*, 2013, 20, 271-276.
- [10] Duliński R.: Biotechnologiczne metody produkcji witamin z wykorzystaniem mikroorganizmów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, 1 (68), 5-19.
- [11] During A., Harrison E.H.: Mechanisms of provitamin A (carotenoid) and vitamin A (retinol) transport into and out of intestinal Caco-2 cells. *J. Lipid Res.*, 2007, 48, 2283-2294.
- [12] Van Eenennaam A.L., Lincoln K., Durrett T.P., Valentin H.E., Shewmaker C.K., Thorne G.M., Jiang J., Baszis S.R., Levering C.K., Aasen E.D., Hao M., Stein J.C., Norris S.R., Last R.L.: Engineering vitamin E content: From Arabidopsis mutant to soy oil. *Plant Cell.*, 2003, 15, 3007-3019.
- [13] Farré G., Bai C., Twyman R.M., Capell T., Christou P., Zhu C.: Nutritious crops producing multiple carotenoids – A metabolic balancing act. *Trends Plant Sci.*, 2011, 16, 532-540.
- [14] Fernández-García E., Carvajal-Lérida I., Jarén-Galán M., Garrido-Fernández J., Pérez-Gálvez A., Hornero-Méndez D.: Carotenoids bioavailability from foods: From plant pigments to efficient biological activities. *Food Res. Int.*, 2012, 46, 438-450.
- [15] Frengova G.I., Beshkova D.M.: Carotenoids from *Rhodotorula* and *Phaffia*: Yeasts of biotechnological importance. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 2009, 36, 163-180.
- [16] Galarza J.I., Gimpel J.A., Rojas V., Arredondo-Vega B.O., Henríquez V.: Over-accumulation of astaxanthin in *Haematococcus pluvialis* through chloroplast genetic engineering. *Algal Res.*, 2018, 31, 291-297.
- [17] Gammone M.A., Pluchinotta F.R., Bergante S., Tettamanti G., D'Orazio N.: Prevention of cardiovascular diseases with carotenoids. *Front Biosci (Schol Ed.)*, 2017, 9, 165-171.
- [18] Gong M., Bassi A.: Carotenoids from microalgae: A review of recent developments. *Biotechnol. Adv.*, 2016, 34, 1396-1412.
- [19] Hernández-Almanza A., Montañez J., Martínez G., Aguilar-Jiménez A., Contreras-Esquivel J.C., Aguilar C.N.: Lycopene: Progress in microbial production. *Trends Food Sci. Technol.*, 2016, 56, 142-148.
- [20] Hernandez-Almanza A., Montanez J.C., Aguilar-Gonzalez M.A., Martmez-Avila C., Rodriguez-Herrera R., Aguilar C.N.: *Rhodotorula glutinis* as source of pigments and metabolites for food industry. *Food Biosci.*, 2014, 5, 64-72.

- [21] Hernández-Almanza A., Navarro-Macías V., Aguilar O., Aguilar-González M.A.: Carotenoids extraction from *Rhodotorula glutinis* cells using various techniques: A comparative study. *Ind. J. Exp. Biol.*, 2017, 55, 479-484.
- [22] Herrero M., del Pilar Sánchez-Camargo A., Cifuentes A., Ibáñez E.: Plants, seaweeds, microalgae and food by-products as natural sources of functional ingredients obtained using pressurized liquid extraction and supercritical fluid extraction. *TrAC Trends Anal. Chem.*, 2015, 71, 26-38.
- [23] Hong S.H., Kim K.R., Oh D.K.: Biochemical properties of retinoid-converting enzymes and biotechnological production of retinoids. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2015, 99, 7813-7826.
- [24] Jauhar P.P.: Modern biotechnology as an integral supplement to conventional plant breeding: The prospects and challenges. *Crop Sci.*, 2006, 46, 1841-1859.
- [25] Kadam S.U., Prabhasankar P., Freitas A.C.: Proximate composition and nutritional value of three macroalgae: *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* and *Bifurcaria bifurcata*. *Food Res. Int.*, 2017, 99, 986-994.
- [26] Kot A.M., Błazejak S., Gientka I., Kieliszek M., Bryś J.: Torulene and torularhodin: „New” fungal carotenoids for industry? *Microb. Cell Fact.*, 2018, 17, 1-14.
- [27] Lakshman M.R.: Functions and actions of retinoids and carotenoids: Building on the vision of James Allen Olson carotene oxygenases: A new family of double bond cleavage enzymes. *Am. Soc. Nutr. Sci.*, 2004, 16, 246-250.
- [28] Lee C., Ahn J.-W., Kim J.-B., Kim J.Y., Choi Y.-E.: Comparative transcriptome analysis of *Haematococcus pluvialis* on astaxanthin biosynthesis in response to irradiation with red or blue LED wavelength. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 2018, 34, 96.
- [29] De Lima J.G., Brito-Oliveira T.C., de Pinho S.C., Brito-Oliveira T.C.: Characterization and evaluation of sensory acceptability of ice creams incorporated with beta-carotene encapsulated in solid lipid microparticles. *Food Sci. Technol.*, 2016, 36, 664-671.
- [30] Lipkie T.E., de Moura F.F., Zhao Z.-Y., Albertsen M.C., Che P., Glassman K., Ferruzzi M.G.: Bioaccessibility of carotenoids from transgenic provitamin A biofortified sorghum. *J. Agric. Food Chem.*, 2013, 61, 5764-5771.
- [31] Liu L., Pohnert G., Wei D.: Extracellular metabolites from industrial microalgae and their biotechnological potential. *Mar. Drugs.*, 2016, 14, 191.
- [32] Lorenzo J.M., Agregán R., Munekata P.E.S.: Proximate composition and nutritional value of three macroalgae: *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* and *Bifurcaria bifurcata*. *Mar. Drugs.*, 2017, 15, 1-11.
- [33] Nigam P.S., Luke J.S.: Food additives: Production of microbial pigments and their antioxidant properties. *Curr. Opin. Food Sci.*, 2016, 7, 93-100.
- [34] Ogbonna J.C.: Microbiological production of tocopherols: Current state and prospects. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2009, 84, 217-225.
- [35] Ola M.S., Nawaz M.I., Siddiquei M.M., Al-Amro S., Abu El-Asrar A.M.: Recent advances in understanding the biochemical and molecular mechanism of diabetic retinopathy. *J. Diabetes Complications*, 2012, 26, 56-64.
- [36] Orosa M., Franqueira D., Cid A., Abalde J.: Analysis and enhancement of astaxanthin accumulation in *Haematococcus pluvialis*. *Bioresour. Technol.*, 2005, 96, 373-378.
- [37] Paine J.A., Shipton C.A., Chaggar S., Howells R.M., Kennedy M.J., Vernon G., Wright S.Y., Hinchliffe E., Adams J.L., Silverstone A.L., Drake R.: Improving the nutritional value of Golden Rice through increased pro-vitamin A content. *Nat. Biotechnol.*, 2005, 23, 482-487.
- [38] Parker G.L., Smith L.K., Baxendale I.R.: Development of the industrial synthesis of vitamin A. *Tetrahedron*, 2016, 72, 1645-1652.
- [39] Paul J.-Y., Harding R., Tushemereirwe W., Dale J.: Banana21: From gene discovery to deregulated Golden Bananas. *Front. Plant Sci.*, 2018, 9, 558.
- [40] Perrier V., Dubreucq E., Galzy P.: Fatty acid and carotenoid composition of *Rhodotorula* strains. *Arch. Microbiol.*, 1995, 164, 173-179.
- [41] Potrykus I.: Lessons from the „Humanitarian Golden Rice” project: Regulation prevents development of public good genetically engineered crop products. *N. Biotechnol.*, 2010, 27, 466-472.

- [42] Revuelta J.L., Ledesma-Amaro R., Santos M.A., Jiménez A.: Microbial production of vitamins. Woodhead Publishing Ltd, Oxford 2013.
- [43] Ribeiro B.D., Barreto D.W., Coelho M.A.Z.: Technological aspects of β -carotene production. Food Bioprocess Technol., 2011, 4, 693-701.
- [44] Saini R.K., Keum Y.S.: Progress in microbial carotenoids production. Ind. J. Microbiol., 2017, 57, 129-130.
- [45] Saini R.K., Nile S.H., Park S.W.: Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. Food Res. Int., 2015, 76, 735-750.
- [46] Sanchez S., Ruiz B., Rodríguez-Sanoja R., Flores-Cotera L.B.: Microbial production of carotenoids. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge 2013.
- [47] Sauvart P., Cansell M., Hadj Sassi A., Atgié C.: Vitamin A enrichment: Caution with encapsulation strategies used for food applications. Food Res. Int., 2012, 46, 469-479.
- [48] Shahid-ul-Islam, Rather L.J., Mohammad F.: Phytochemistry, biological activities and potential of annatto in natural colorant production for industrial applications – A review. J. Adv. Res., 2016, 7, 499-514.
- [49] Shumskaya M., Wurtzel E.T.: The carotenoid biosynthetic pathway: Thinking in all dimensions. Plant Sci., 2013, 208, 58-63.
- [50] Tian L.: Carotenoids, genetically modified foods, and vitamin A nutrition. In: Genetically Modified Organisms in Food. Production, Safety, Regulation and Public Health. Eds. R.R. Watson and V.R. Preedy. Academic Press, San Diego 2016, pp. 353-360.
- [51] Urnau L., Colet R., Soares V.F., Franceschi E., Valduga E., Steffens C.: Extraction of carotenoids from *Xanthophyllomyces dendrorhous* using ultrasound-assisted and chemical cell disruption methods. Can. J. Chem. Eng., 2018, 96, 1377-1381.
- [52] Waldenstedt L., Inbarr J., Hansson I., Elwinger K.: Effects of astaxanthin-rich algal meal (*Haematococcus pluvalis*) on growth performance, caecal campylobacter and clostridial counts and tissue astaxanthin concentration of broiler chickens. Anim. Feed Sci. Technol., 2003, 108, 119-132.
- [53] Wang C., Zada B., Wei G., Kim S.W.: Metabolic engineering and synthetic biology approaches driving isoprenoid production in *Escherichia coli*. Bioresour. Technol., 2017, 241, 430-438.
- [54] Wessler J., Zilberman D.: Golden Rice: No progress to be seen. Do we still need it? Environ. Dev. Econ., 2017, 22, 107-109.
- [55] West K.P.: Extent of vitamin A deficiency among preschool children and women of reproductive age. J. Nutr., 2002, 132 (9), 2857S-2866S.
- [56] Wu T., Ye L., Zhao D., Li S., Li Q., Zhang B., Bi C., Zhang X.: Membrane engineering – A novel strategy to enhance the production and accumulation of β -carotene in *Escherichia coli*. Metab. Eng., 2017, 43, 85-91.
- [57] Zhang Y., Liu Z., Sun J., Xue C., Mao X.: Biotechnological production of zeaxanthin by microorganisms. Trends Food Sci. Technol., 2018, 71, 225-234.

SELECTED ASPECTS OF BIOTECHNOLOGICAL PRODUCTION OF CAROTENOIDS

Summary

Over the past several years there is observed a growing interest in alternative methods of producing vitamins. This is a response to the production of highly processed food often devoid of those essential for the functioning of the body substances; also it is a search of the solutions to the problem of food shortages in the developing countries. This issue refers, in particular, to the vitamin A and its carotenoid precursors, the deficiency of which in the diet may result in visual impairment and even lead to death.

The objective of the research study was to present the strategies associated with the microbiological synthesis of carotenoids, which takes place, among other things, in *Escherichia coli* cells and in some selected species of microalgae and fungi. The application of microbiological methods in the production of those nutraceuticals results in the cost reduction, decrease in the waste quantities and energy expenditure

cut; also it makes it possible to use new raw materials, such as atypical sugars derived from the fruit and vegetable processing industry by-products or vegetable oils. In the paper, there were also presented genetic engineering strategies used to modify a carotenoid biosynthesis pathway in plant tissues and targeted at accumulating selected compounds as were the issues related to their bioavailability in the products produced. The discussion on the carotenoid production processes was preceded by the characteristic of the most important properties and nutritional values of vitamin A and its carotenoid precursors. Particular attention was paid to both the issues referring to the selection of strains and the conditions of microalgae cultures as carotenoid overproducers and the plant cell transformation processes intended for obtaining plant varieties rich in provitamin A; the whole was exemplified by the "Golden Rice" project and prospects for its development.

Key words: carotenoids, β -carotene, vitamin A, transgenic plants, "Golden Rice" ☒



Politechnika Łódzka



Komitety Nauk o Żywności i Żywieniu Polskiej Akademii Nauk,
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej,
Polskie Towarzystwo Technologów Żywności – Oddział Łódzki

zapraszają na:

XLIV Sesję Naukową Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN
„Nauka, technologia i innowacje w żywności i żywieniu”

Łódź, 3 - 4 lipca 2019 r.

Informacje: <http://pan.binoz.p.lodz.pl/>

Kontakt: dr inż. Joanna Oracz - sekretarz; tel. 42 631-34-62;

e-mail: pan.binoz@info.p.lodz.pl

DANUTA ŚWIĘS, TADEUSZ SIKORA

ALERGENY – ZAMIERZONA I NIEZAMIERZONA OBECNOŚĆ W KONTEKŚCIE WYMAGAŃ PRAWA I STANDARDÓW GFSI

Streszczenie

W pracy przedstawiono przegląd najważniejszych wymagań prawnych oraz wymagań uznanych standardów GFSI, tj. IFS, BRC i FSSC 22000 w zakresie zarządzania alergenami, w tym obowiązku związanego ze znakowaniem produktów. W przypadku wymagań prawnych uwagę skupiono w głównej mierze na Rozporządzeniu 1169/2011 i załączniku II do tego rozporządzenia, w którym przedstawionych zostało 14 produktów alergennych, jak również na przewodnikach wydanych do tego rozporządzenia. Omówiono również zagadnienie niezamierzonej obecności alergenów i związanych z tym obowiązków, jakie spoczywają na producentach. Znakowanie ostrzegawcze o obecności alergenów (PAL – Precautionary Allergen Labelling) nie jest uregulowane prawnie i producenci na podstawie analizy ryzyka i wykorzystania dostępnych na rynku wiadomości i programów (np. VITAL – Voluntary Incidental Trace Allergen Labeling) sami podejmują decyzję o formie i treści informacji, które umieszczają na swoich produktach o zanieczyszczeniach krzyżowych. Przykładowo przedstawiono wymagania dotyczące oznaczenia alergenów oraz niezamierzonej obecności alergenów w wybranych 8 krajach. Następnie podano zakres wymagań związanych z alergenami w standardzie IFS, wersja 6.1, BRC, wersja 8, jak również FSSC 22000, wersja 4.1. W BRC szeroko opisane są wymagania związane z alergenami. Cały rozdział 5.3 poświęcony jest tym wymaganiom, które są kluczowe w ustanawianiu i realizacji działań zapewniających jakość i bezpieczeństwo żywności. IFS, jak i FSSC 22000 w znacznie mniejszym stopniu definiują zakres wymagań związanych z alergenami. Każdy producent jest zobowiązany do wdrożenia systemów związanych z zarządzaniem alergenami. W przypadku uregulowanych zagadnień prawnych związanych ze znakowaniem należy je stosować, natomiast w sytuacji braku uregulowań prawnych (jak w przypadku PAL) to na producencie spoczywa obowiązek wprowadzenia do obrotu produktów bezpiecznych, również w kontekście alergenów.

Słowa kluczowe: alergeny, zanieczyszczenia krzyżowe, niezamierzona obecność alergenów, GFSI, znakowanie ostrzegawcze

*Mgr inż. D. Święs, prof. dr hab. T. Sikora, Katedra Zarządzania Jakością, Wyzd. Towaroznawstwa i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, ul. Rakowicka 27, 31-510 Kraków.
Kontakt: dswies@wp.pl*

Wprowadzenie

Alergen to słowo pochodzące z języka greckiego (*allos* – inny, *ergos* – reakcja) oznaczające nadmierną, nieprawidłową reakcję układu odpornościowego na występującą w środowisku substancję nietolerowaną przez organizm. U osób zdrowych substancje te nie powodują żadnych dolegliwości, natomiast u osób uczulonych są przyczyną wielu nieprzyjemnych, czasami wręcz niebezpiecznych dla zdrowia reakcji. Choroby alergiczne są istotnym i narastającym problemem nie tylko w Polsce [4, 14], ale i na całym świecie. Wśród chorób alergicznych można wyróżnić te, których przyczyną jest żywność. Polskie Towarzystwo Alergologiczne podaje, że alergie pokarmowe dotyczą 6 % dzieci oraz 2 ÷ 4 % dorosłych [10]. Zarówno rodzaj alergenów pokarmowych, jak i sposób znakowania na produktach spożywczych zostały zdefiniowane w unijnych przepisach prawnych. Otwartym problemem pozostaje natomiast dobrowolne znakowanie związane z możliwą niezamierzoną obecnością alergenów w produktach, tzw. zanieczyszczeniami krzyżowymi. Obecnie nie ma przepisów prawnych, które regulowałyby te zagadnienia [15]. Firmy, które decydują się na wdrożenie, utrzymanie, jak również certyfikację swoich systemów zarządzania bezpieczeństwem żywności na zgodność ze standardami GFSI (ang. The Global Food Safety Initiative) [7] muszą mieć wdrożony system zarządzania alergenami, w ramach którego są podejmowane odpowiednie działania poczynając od pozyskania surowców, a na wyrobie gotowym kończąc, z uwzględnieniem wszystkich procesów łańcucha dostaw (ang. *supply chain*).

Prawne wymagania dotyczące alergenów spożywczych

W raporcie RASFF (ang. Rapid Alert System for Food and Feed – System Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznej Żywności i Paszach) podsumowującym rok 2017 podano 114 notyfikacji dotyczących tylko alergenów, w tym do najczęściej raportowanych należały: mleko, gluten, soja i orzechy oraz zboża i produkty piekarnicze [2]. Biorąc pod uwagę istotę problemu, obecność alergenów musi być kontrolowana, a informacja o ich obecności obowiązkowo podana na etykiecie produktu w taki sposób, aby była widoczna dla każdego konsumenta.

W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa środków spożywczych w zakresie alergenów i zagrożeń, jakie stwarzają, producenci są zobowiązani do precyzyjnego zarządzania ich obecnością w zakładzie. Zakłady produkcyjne powinny mieć opracowane systemy zarządzania alergenami uwzględniające nie tylko te zawarte w recepturach, ale również te, które przypadkowo mogły się znaleźć w produkcji.

W Załączniku II do Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności wymieniono substancje lub produkty powodujące alergie

lub reakcje nietolerancji, które muszą być wymienione i odpowiednio wyróżnione w listach składników na opakowaniach [12, 20]. Są to:

1. Zboża zawierające gluten, tj. pszenica, żyto, jęczmień, owies, orkisz, kamut lub ich odmiany hybrydowe, a także produkty pochodne.
2. Skorupiaki i produkty pochodne.
3. Jaja i produkty pochodne.
4. Ryby i produkty pochodne.
5. Orzeszki ziemne (arachidowe) i produkty pochodne.
6. Soja i produkty pochodne.
7. Mleko i produkty pochodne (łącznie z laktozą).
8. Orzechy, tj. migdały, orzechy laskowe, orzechy włoskie, orzechy nerkowca, orzeszki pekan, orzechy brazylijskie, pistacje/orzechy pistacjowe, orzechy makadamia lub orzechy Queensland, a także produkty pochodne.
9. Seler i produkty pochodne.
10. Gorczyca i produkty pochodne.
11. Nasiona sezamu i produkty pochodne.
12. Dwutlenek siarki i siarczany(IV) w stężeniach powyżej 10 mg/kg lub 10 mg/l w przeliczeniu na całkowitą zawartość SO₂ w produktach w postaci gotowej bezpośrednio do spożycia lub w postaci przygotowanej do spożycia zgodnie z instrukcjami wytwórców.
13. Łubin i produkty pochodne.
14. Mięczaki i produkty pochodne.

Inne alergeny, m.in. zdefiniowane przez Levensmiddelendatabank (LeDa, wcześniej znana jako lista ALBA), do których należało kakao, glutaminian sodu, mięso i wyroby drobiowe, kolendra, kukurydza, rośliny strączkowe, mięso wołowe, mięso wieprzowe, marchew [19], nie są przedmiotem tego artykułu.

Wszystkie wymienione powyżej substancje muszą być uwzględnione w znakowaniu produktów nie tylko zgodnie z ogólnymi zasadami znakowania, ale również z uwzględnieniem zasad szczególnych zdefiniowanych dla alergenów.

Rozporządzenie w sprawie przekazywania konsumentom informacji o żywności obowiązujące od dnia 13.12.2014 r. reguluje zasady znakowania składników alergenowych [12]. W przypadku opakowanych artykułów spożywczych alergeny obowiązkowo muszą zostać podane w wykazie składników. Dodatkowo w wykazie również muszą się znaleźć stosowane składniki lub substancje pomocnicze wymienione w załączniku II do rozporządzenia bądź uzyskane z substancji lub produktów wymienionych w tym załączniku, powodujące alergie względnie reakcje nietolerancji, użyte przy wytworzeniu lub przygotowywaniu żywności i nadal obecne w produkcie gotowym, nawet, jeżeli ich forma uległa zmianie. Nie można używać symboli. Przy znakowaniu alergenów zawsze muszą być podawane pełne nazwy (np. dwutlenek siarki

zamiast E220) zgodnie ze sposobem oznaczania składników lub substancji pomocniczych w przetwórstwie powodujących alergię lub reakcje nietolerancji. Jeśli chodzi o oznaczenie alergenów, to nazwa substancji alergennej musi zostać odpowiednio wyróżniona spośród nazw innych składników – poprzez podkreślenie, pogrubienie, odmienną czcionkę, styl lub barwę tła. Jeśli dany produkt nie jest oznakowany listą składników, producent jest zobowiązany użyć określenia „zawiera” wraz ze wskazaniem właściwej substancji alergennej [19]. Jeśli nazwa środka spożywczego wyraźnie odnosi się do substancji lub produktu (np. w przypadku przetworów mlecznych nie ma potrzeby wskazywania na etykiecie, że dane składniki alergenne pochodzą z mleka) obecność substancji lub produktów powodujących alergię lub reakcje nietolerancji nie musi być wskazana. Jeżeli żywność jest wprowadzana do obrotu luzem, również istnieje obowiązek podawania informacji o składnikach alergennych znajdujących się w niej. W takim przypadku informacja o alergenach powinna być podana konsumentowi przez sprzedawcę poprzez umieszczenie jej na wywieszce dotyczącej danego środka spożywczego lub przedstawienie w inny sposób w miejscu sprzedaży bezpośrednio konsumentom. Jeśli produktów będących pochodnymi danego alergenu jest kilka, konieczne jest wskazanie pochodzenia każdego z nich (np. mąka jęczmienna, słód jęczmienny, ekstrakt z jęczmienia) [5, 9].

Innym obszarem, który został uregulowany Rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) nr 828/2014 z dnia 30 lipca 2014 r. (obowiązuje od 20 lipca 2016 roku) [13] są wymagania dotyczące przekazywania konsumentom informacji na temat nieobecności lub zmniejszonej zawartości glutenu w żywności. Wobec takich produktów używa się oświadczeń „produkt bezglutenowy” lub „produkt o bardzo niskiej zawartości glutenu”. Jest to najlepiej uregulowane zagadnienie w przypadku znakowania alergenów. W UE nie wolno stosować glutenu do produkcji preparatów do początkowego i dalszego żywienia niemowląt. Z tego też względu dla tych preparatów nie mają zastosowania powyższe określenia.

Przekazywanie dobrowolnych informacji na temat nieobecności lub zmniejszonej zawartości glutenu wiąże się z uwzględnieniem następujących wymagań:

- w przypadku „produktu bezglutenowego” – maksymalna zawartość glutenu to 20 mg/kg produktu,
- w przypadku produktu „o bardzo niskiej zawartości glutenu” – zawartość glutenu to maksymalnie 100 mg/kg produktu.

Dopuszcza się również następujące sformułowania informacyjne [19]:

- „odpowiednie dla osób nietolerujących glutenu”,
- „odpowiednie dla osób cierpiących na celiakię”,
- „opracowane specjalnie dla osób nietolerujących glutenu” lub „opracowane specjalnie dla osób cierpiących na celiakię”.

Na rynku znajdują się również produkty oznakowane informacją „bez laktozy”. Nietolerancja laktozy wynika z niedoboru enzymu laktazy. Przy niedoborze tego enzymu nie dochodzi do rozkładu i usunięcia laktozy w jelicie cienkim [19]. Aktualnie nie ma przepisów prawnych, które regulowałyby tę informację przekazywaną konsumentom tak, jak jest to w przypadku glutenu. Zgodnie ze stanowiskiem Głównego Inspektoratu Sanitarnego w przypadku deklaracji „bez laktozy” stosuje się ogólne wymagania prawa żywnościowego w zakresie znakowania, przyjmując w praktyce, że zawartość laktozy w produkcie bezlaktozowym nie przekracza poziomu oznaczalności metody analitycznej (ang. *limit of detection* – LOD) [18].

Precautionary Allergen Labelling (PAL) – ostrzegawcze znakowanie o obecności alergenów

Przepisy prawne precyzyjnie definiują wymagania związane ze znakowaniem alergenów, co zostało opisane w powyższej części artykułu. Jednakże nie istnieją wymagania prawne dla dostawców żywności, które precyzowałyby zagadnienia niezamierzonej obecności alergenów w produktach i ich znakowania. Do niezamierzonej obecności alergenów w produkcie może dochodzić poprzez zanieczyszczenie danego produktu substancjami wykorzystywanymi do produkcji innych produktów. Takie zanieczyszczenia nazywa się krzyżowymi. W celu poznania pełnego spektrum alergenowego w danym zakładzie wdraża się systemy zarządzania alergenami (wymagane np. przez standardy GFSI, które będą omówione w dalszej części artykułu), które polegają na odpowiednim gromadzeniu i przetwarzaniu wiedzy oraz doświadczenia na temat występujących alergenów, poczynając od surowców i materiałów pomocniczych, poprzez procesy produkcyjne aż do gotowego produktu, uwzględniając również procesy magazynowania, personel, używany sprzęt i procesy mycia oraz czyszczenia). Na końcu tego systemu, po zastosowaniu odpowiedniej analizy ryzyka, producent powinien mieć odpowiednie informacje o występujących alergenach, możliwości ich uniknięcia, a w razie braku możliwości wyeliminowania alergenów konieczną wiedzę, która pomoże podjąć decyzję, jakie informacje o występowaniu alergenów powinny zostać przekazane konsumentom w formie znakowania na opakowaniu. Wdrożenie odpowiednich procedur postępowania w ramach systemów zarządzania alergenami minimalizuje ryzyko niezamierzonego przedostawania się alergenów do produktów do akceptowalnego poziomu. Tym samym ogranicza konieczność ostrzegawczego znakowania żywności, zwanego inaczej znakowaniem zanieczyszczeń krzyżowych. Całościowy status występujących alergenów dopiero umożliwia podejmowanie decyzji o ewentualnej segregacji surowców, materiałów (w tym również materiałów do przetworu, np. tzw. rework), zmianach/rozdzieleniach procesów technologicznych itp., a w efekcie końcowym odpowiednie oznakowanie produktów ostrzegające o alergenach (PAL). Takie oznakowanie ma formę pisemnych ostrzeżeń na opakowaniu pro-

duktów, który może zawierać niektóre alergeny niebędące składnikami produktu (nieznajdujące się na liście składników) i jest istotne z uwagi na bezpieczeństwo konsumentów. Producent musi zatem dodatkowo spełnić wymagania Rozporządzenia 178/2002 zawarte w art. 14 [11], dotyczące wymogów w zakresie bezpieczeństwa żywności. W Polsce, zgodnie z przewodnikiem do Rozporządzenia nr 1169/2011, wydanym przez Główny Inspektorat Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych, rekomendowane są sformułowania: „Może zawierać...” oraz „Możliwa obecność...”. Informacja ta jednak „nie powinna być stosowana z zasady. W gestii producenta leży monitorowanie właściwej jakości handlowej produktów wprowadzanych do obrotu handlowego” [9].

Ostrzeżenia, które są informacjami przekazywanymi na zasadzie dobrowolności muszą być każdorazowo zgodne z ogólnymi zasadami znakowania. Przede wszystkim nie mogą wprowadzać w błąd konsumenta, o czym stanowi art. 7 Rozporządzenia 1169/2011, nie mogą być niejednoznaczne ani nie mogą dezorientować konsumenta oraz muszą, w stosownych przypadkach, wykorzystywać odpowiednie dane naukowe [12].

Obecnie w Unii Europejskiej nie ma kryteriów ilościowych dotyczących etykietowania ostrzegawczego o alergenach w żywności, jednak Komisja Europejska na podstawie art. 36 ust. 3 Rozporządzenia 1169/2011 została zobowiązana do wydania aktu wykonawczego dotyczącego możliwej i niezamierzonej obecności w żywności substancji lub produktów powodujących alergię lub reakcje nietolerancji [12].

Niektórzy przedsiębiorcy wykorzystują informacje dotyczące kryteriów ilościowych z programu VITAL (ang. Voluntary Incidental Trace Allergen Labelling) opracowanego przez australijskie biuro Allergen Bureau¹. W programie tym zostały zdefiniowane tzw. poziomy działań (ang. *Action Levels*), które są określone za pomocą dawki referencyjnej (ang. *Reference Dose*) i spożytej ilości/wielkości porcji (ang. *Reference Amount*) [17]. Dawkę referencyjną należy rozumieć jako statystycznie wyznaczone ilości w miligramach odnoszące się do białka w danym alergennym środku spożywczym. Jeżeli ta ilość bezwzględna nie zostanie przekroczona przy spożyciu dowolnie dużej porcji produktu, to według obliczeń statystycznych 95 ÷ 99 % alergików nie dozna poważnych reakcji [19]. W przypadku wielkości porcji to Food Drink Europe w swoim przewodniku, dotyczącym rozporządzenia w sprawie przekazywania konsumentom informacji o żywności, definiuje porcję jako „ilość określonego produktu spożywczego lub napoju, której spożycia – kierując się rozsądkiem – można oczekiwać w odniesieniu do jednej osoby w trakcie jednego aktu konsumpcji” [3].

Pojęcia „porcji” nie zdefiniowano w Rozporządzeniu 1169/2011 w sprawie przekazywania konsumentom informacji o żywności.

¹ Organizacja non-profit założona w 2005 roku z inicjatywy Australian Food & Grocery Council Allergen Forum w celu wymiany informacji i doświadczeń w przemyśle spożywczym na temat zarządzania alergenami pokarmowymi. Źródło: <http://allergenbureau.net>

Do wcześniej wspomnianych poziomów działań w kontekście znakowania niezamierzoną obecnością alergenów (zanieczyszczenie krzyżowe) należą [16]:

1. Poziom podejmowania działań (poniżej wartości progowej). Małe prawdopodobieństwo niepożądanego reakcji alergicznej. Brak wymaganej informacji o ostrożności.
2. Poziom podejmowania działań (powyżej wartości progowej). Prawdopodobieństwo wystąpienia reakcji niepożądanego. Zaleca się oznaczanie śladowych ilości alergenów: „Może zawierać:”.

W przypadku, kiedy nie ma możliwości całkowitego usunięcia cząstek produktów alergicznych, np. krojonych orzechów laskowych, cząstek nasion sezamu, płatków migdałów itp. zawsze należy znakować takie zanieczyszczenia krzyżowe.

Niemiecki Instytut Jakości Produktów (niem. Institut für Produktqualität/IFP) w Berlinie wydał broszurę informacyjną dla przedsiębiorców na temat alergenów, w której autorzy – Wolfgang Weber i Martin Röder [19] przedstawili wymagania dotyczące obowiązku znakowania alergenów, jak i niezamierzonej obecności alergenów w niektórych krajach (tab. 1).

Tabela 1. Oznaczenie alergenów oraz oznaczenie niezamierzonej obecności alergenów w wybranych krajach

Table 1. Labelling of allergens and labelling of precautionary allergens in selected countries

Obszar Area	Obowiązek oznaczania alergenów i pochodnych Obligation to determine allergens and derivatives	Wartości progowe do oznaczania niezamierzonej obecności alergenów Threshold values for the determination of unintended presence of allergens
Unia Europejska European Union	Obowiązek podania danych szczegółowych odnośnie substancji lub produktów wywołujących alergię lub reakcje nietolerancji zgodnie z art. 9 ust. 1 lit. c) oraz załącznikiem II rozporządzenia 1169 w sprawie przekazywania konsumentom informacji o żywności Obligation to provide details on substances or products that cause allergies or intolerances according to Art. 9 par. 1 lit. c) and Annex II of Regulation 1169 on the provision of food information to consumers	Brak wartości progowych: możliwość zastosowania etykiet ostrzegawczych PAL No thresholds exist: application of PAL (Precautionary Allergen Labelling) is possible

Szwajcaria Switzerland	Analogicznie jak w UE Similar as in the EU	Wartość ogólna: 1 g/kg lub 1000 mg/kg produktu alergennego Uregulowania szczegółowe: • siarczan(IV): 10 mg/kg lub 10 mg/l • prolaminy (gliadyna): 10 mg/100 g s.m. produktu • laktoza: 1 g/kg lub 1 g/l produktu • rafinowany olej arachidowy: 10 g rafinowanego oleju arachidowego/kg produktu Generally: 1 g/kg or 1,000 mg/kg of allergenic products Special regulations: • sulfite(IV): 10 mg/kg or 10 mg/l • prolamin (gliadin): 10 mg/100 g dry substance of products • lactose: 1 g/kg or 1 g/l product • refined peanut oil: 10 g refined peanut oil/kg of product
USA	Mleko, jaja, ryby, skorupiaki i mięczaki, orzechy, pszenica, orzeszki ziemne (arachidowe), soja Orzechy: migdały, orzeszki bukowe, orzeszki para, owoce orzecha szarego, orzechy nerkowca, kasztany, orzechy chinquapin, orzechy kokosowe, orzechy laskowe, orzechy ginkgo, orzechy hikory, liczi, orzechy makadamia, orzeszki pekan, orzeszki piniowe, orzeszki pili, pistacje/orzechy pistacjowe, orzechy masłosza (Shea), orzechy włoskie, orzechy ajlantolistne Pszenica: pszenica zwyczajna, pszenica twarda, pszenica karłowata, orkisz, kasza manna, pszenica samopsza, pszenica płaskurka, pszenica kamut, pszenżyto Milk, eggs, fish, crustaceans and molluscs, nuts, wheat, peanuts, soybeans Nuts: almonds, beech nuts, para nuts, butternuts, cashews, chestnuts, chinquapin nuts, coconuts, hazelnuts, ginko nuts, hickory nuts, lychee nuts, macadamia nuts, pecan nuts, pine nuts, pili nuts, pistachios/pistachio nuts, sheanuts, walnuts, heart nuts	Brak wartości progowych: możliwość zastosowania etykiet ostrzegawczych PAL No thresholds exist: application of PAL possible

	Wheat: common wheat, durum wheat, club wheat, spelled, semolina, einkorn wheat, flathead wheat, kamut wheat, triticale	
Brazylia Brazil	Pszenica, żyto, jęczmień, owies i ich odmiany hybrydowe, mleko, jaja, orzeszki ziemne (arachidowe), orzechy (migdały, orzechy laskowe, kasztany, orzechy nerkowca, orzeszki para, orzechy makadamia, orzechy włoskie, orzeszki pekan, pistacje/orzechy pistacjowe, orzeszki piniowe, skorupiaki, ryby i soja, lateks Wheat, rye, barley, oats and their hybrid varieties, milk, eggs, peanuts, nuts (almonds, hazelnuts, chestnuts, cashews, para nuts, macadamia nuts, walnuts, pecans, pistachios/pistachio nuts), pine nuts, crustaceans, fish and soybeans, latex	Brak wartości progowych: dozwolone zastosowanie etykiet ostrzegawczych PAL No thresholds exist: application of PAL is allowed
Japonia Japan	Jaja, mleko, pszenica, gryka, orzeszki ziemne (arachidowe), krewetki i kraby Zalecane znakowanie: śluchotek/ślimak morski, kałamarnica, ikra łososia, pomarańcze, orzechy nerkowca, owoce kiwi, mięso wołowe, orzechy włoskie, sezam, łosoś, makrela, soja, drób, banany, mięso wieprzowe, gąska sosnowa, brzoskwinie, pochrzyn/bulwy pochrzynu, jabłka i żelatyna Uwaga: analizę wykonuje się testem ELISA Eggs, milk, wheat, buckwheat, peanuts, shrimps and crabs Recommended labelling: abalone/sea slug, squid, salmon roe, oranges, cashews, kiwi fruits, beef, walnuts, sesame, salmon, mackerel, soybeans, poultry, bananas, pork, pine goose, peaches, yam/wombs, apples and gelatine Note: the analysis is performed by ELISA	10 mg protein produktu alergennego/kg kompletnego produktu Znakowanie PAL jest niedopuszczalne 10 mg of allergenic product/kg total product PAL labeling is not allowed
Korea Południowa South Korea	Jaja (tylko jaja drobiu), mleko, gryka, orzeszki ziemne (arachidowe), soja, pszenica, makrele, kraby, krewetki, mięso wieprzowe, brzoskwinie, pomidory, SO ₂ w produkcie końcowym ≥ 10 mg/g, orzechy włoskie, drób, mięso wołowe, kałamarnice, skorupiaki (łącznie z ostrygami, śluchotkami i małżami) Wymagane dodatkowe wskazanie alergenów w sformułowaniu opisowym. Przykład: „Produkt zawiera XXXX i YYYY“ Eggs (only poultry eggs), milk, buckwheat, peanuts, soybeans, wheat, mackerels, crabs, shrimps, pork,	Znakowanie PAL należy obowiązkowo zastosować, jeśli np. na jednej linii produkcyjnej produkuje się wyroby ze składników zawierających alergeny i wyroby ze składników ich nie zawierających PAL must be used if, for example, products made of ingredients containing allergens and products made of ingredients that do

	peaches, tomatoes, SO ₂ in the final product ≥ 10 mg/g, walnuts, poultry, beef, squids, crustaceans (including oysters, abalones, mussels) Required additional indication of allergens in descriptive wording. Example: "This product contains XXXX and YYYY"	not contain them are produced on one production line
Australia	Zboża zawierające gluten (pszenica, żyto, jęczmień, owies i orkisz), skorupiaki, jaja, ryby, mleko, orzeszki ziemne (arachidowe), nasiona sezamu, soja, orzechy, łubin i siarczany(IV) > 10 mg/kg Cereals containing gluten (wheat, rye, barley, oats and spelled), crustaceans, eggs, fish, milk, peanuts, sesame seeds, soybeans, nuts, lupines and sulfates(IV) > 10 mg/kg	Brak wartości progowych: możliwość zastosowania etykiet ostrzegawczych PAL No thresholds exist: application of PAL is possible
Kanada Canada	Migdały, orzechy brazylijskie, orzechy nerkowca, orzechy laskowe, orzechy makadamia, orzeszki pekan, orzeszki piniowe, pistacje/orzechy pistacjowe, orzechy włoskie, orzeszki ziemne (arachidowe), nasiona sezamu, pszenica, pszenżyto, jaja, mleko, soja, skorupiaki, ryby, nasiona gorczycy, jęczmień, owies, żyto, pszenżyto, pszenica i ich odmiany hybrydowe Almonds, brazil nuts, cashews, hazelnuts, macadamia nuts, pecans, pine nuts, pistachios/pistachio nuts, walnuts, peanuts, sesame seeds, wheat, triticale, eggs, milk, soybeans, crustaceans, fish, mustard seeds, barley, oats, rye, triticale, wheat and their hybridized strains	Brak wartości progowych: możliwość zastosowania etykiet ostrzegawczych PAL No thresholds exist: application of PAL possible

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

Wymagania standardów GFSI: IFS, BRC i FSSC 22000 dotyczące alergenów spożywczych

Globalna Inicjatywa Bezpieczeństwa Żywności (GFSI) jako organizacja *non profit* została założona w maju 2000 roku przez osoby odpowiedzialne za światowy handel detaliczny w ramach współpracy w zakresie Forum ds. Biznesu Żywności (ang. The Food Business Forum – CIES) – obecnie Forum Dóbr Konsumpcyjnych (ang. The Consumer Goods Forum – CGF). Głównym celem działalności GFSI jest definiowanie zasad uznawania programów certyfikacji bezpieczeństwa żywności w swoich wymaganiach dotyczących benchmarkingu oraz działalność globalna w zakresie problemów strategicznych (np. bezpieczeństwo żywności w małych firmach, kompetencje audytorów itd.). Misją organizacji GFSI jest dokonywanie ciągłej poprawy w systemach bez-

pieczeństwa żywności, aby zapewnić zaufanie do dostarczanej bezpiecznej żywności konsumentom na całym świecie [7].

Do głównych standardów GFSI w przemyśle spożywczym należą międzynarodowe standardy bezpieczeństwa żywności:

- IFS (International Featured Standard Food), wersja 6.1,
- FSSC (Food Safety System Certification 22000), wersja 4.1,
- BRC (British Retail Consortium Global Standards), wersja 8.

W przypadku standardu IFS wymagania dotyczące alergenów są zawarte w rozdziale 4.20 (4.21 ÷ 4.24), w którym zostały opisane specyficzne warunki produkcji i obróbki żywności.

Kolejno w poszczególnych podrozdziałach zdefiniowano wymagania dotyczące specyfikacji surowców w kontekście zawartości alergenów, aktualnej listy z wykazem wszystkich alergenów w surowcach uwzględniających wszelkie mieszanki, do których dodawane są surowce zawierające alergeny. Na podstawie analizy ryzyka muszą być wprowadzone środki kontrolne poczynawszy od przyjęcia surowca aż do wysyłki wyrobu gotowego, mające na celu minimalizację zanieczyszczeń krzyżowych. Środki te muszą być weryfikowane. W standardzie IFS znajdują się następnie wymagania, aby alergeny zawarte w wyrobach gotowych były zadeklarowane zgodnie z obowiązującymi wymaganiami prawnymi. Znakowanie zanieczyszczeń krzyżowych ma być wynikiem analizy zagrożeń i oceny ryzyka wynikającego z tej analizy. W przypadku wymagań klienta, „aby produkt nie zawierał określonych substancji lub składników (np. glutenu, wieprzowiny itp.) lub, aby nie stosowano określonych metod obróbki i wytwarzania, należy wdrożyć procedury, według których można zweryfikować spełnienie tych wymagań”. Dodatkowo w standardzie IFS w rozdziale 4.18 wymaga się stosowania systemu identyfikowalności alergenów, a w rozdziale dotyczącym wymagań w zakresie HACCP (2.2), w punkcie 2.2.3.5, w którym poruszana jest pierwsza zasada HACCP (szósty krok) – obowiązku przeprowadzenia analizy zagrożeń z uwzględnieniem alergenów [8].

FSSC 22000, w wersji 4.1 w punkcie 2.1.4.6, określa wymagania dotyczące sposobu postępowania z alergenami. Przy czym wymóg ten dotyczy kategorii produkcji żywności (C), produkcji materiałów opakowaniowych oraz opakowań do żywności i pasz (I), jak również produkcji (bio)chemikaliów (K).

Zgodnie z wymaganiami normy musi istnieć udokumentowany plan zarządzania alergenami, który obejmuje:

- ocenę ryzyka pod względem potencjalnych zanieczyszczeń krzyżowych,
- środki kontroli służące redukcji lub eliminacji ryzyka zanieczyszczenia krzyżowego,
- środki weryfikacji i kontroli efektywnej realizacji planu.

Wyroby gotowe zawierające lub potencjalnie zawierające alergeny muszą być odpowiednio oznakowane zgodnie z wymaganiami prawnymi [6].

W standardzie BRC znajduje się najwięcej wymagań dotyczących alergenów. Rozdział 5.3 poświęcony jest nadzorowaniu alergenów. Jest to wymaganie podstawowe i wszelkie niezgodności w zakresie wymagań z tego rozdziału mogą skutkować konsekwencjami niezaliczenia audytu. Zgodnie z podanymi wymaganiami zakład produkcyjny musi mieć wdrożony system nadzorowania materiałów alergennych, który pozwoli na minimalizację zanieczyszczenia produktów alergenami oraz zapewni zgodność z wymaganiami prawnymi kraju przeznaczenia produktu. W pozostałych rozdziałach, w poszczególnych wymaganiach są nawiązania do alergenów. W rozdziale 2.2 w punkcie dotyczącym warunków wstępnych (2.2.1) sformułowane jest wymaganie dotyczące kontroli alergenów. Na podstawie punktu 2.3.1 przy opisie produktów pod względem składu również muszą być uwzględnione alergeny.

W przypadku identyfikacji i dokumentowania zagrożeń HACCP (2.7.1), zagrożenie alergenami musi zostać uwzględnione. W części dotyczącej zatwierdzania i monitorowania dostawców i surowców (3.5) wymagane jest przeprowadzenie udokumentowanej oceny ryzyka z uwzględnieniem zanieczyszczenia alergenami (3.5.1.1). Smary używane w danym zakładzie muszą mieć status alergenu (4.7.5). Do zakładu nie wolno wносить materiału alergennego. Dotyczy to również automatów do sprzedaży, aby nie zanieczyścić produktu (4.8.8). Wymagania zawarte w rozdziale 4.11 dotyczące utrzymania higieny wskazują na obowiązek określenia limitów dopuszczalnych i niedopuszczalnych wyników czyszczenia w obszarze zagrożeń alergenami (4.11.3) oraz obowiązek przeprowadzenia oceny ryzyka zanieczyszczeń krzyżowych, jeśli w systemie CIP roztwory płuczące są odzyskiwane i ponownie wykorzystywane (4.11.7.1). W przypadku występowania zagrożeń alergenami w systemach CIP należy zdefiniować limity dopuszczalnych i niedopuszczalnych wyników dla kluczowych parametrów procesu (4.11.7.2). W procesie magazynowania mają być opracowane procedury zapewniające utrzymanie bezpieczeństwa i jakości produktu na podstawie oceny ryzyka, obejmujące segregację produktów w celu uniknięcia zanieczyszczeń krzyżowych, m.in. w zakresie alergenów (4.15.1).

W przypadku projektowania i rozwoju nowych produktów powinien być również uwzględniony aspekt związany z alergenami (5.1.1). Wszystkie produkty należy znakować zgodnie z obowiązującymi wymaganiami prawnymi. W tym zakresie konieczna jest weryfikacja zgodności informacji o składnikach i alergenach na etykiecie, zarówno z recepturą produktu, jak i specyfikacjami poszczególnych składników (5.2.1). Zakłady produkcyjne muszą działać zgodnie ze zdefiniowanymi procedurami i/lub instrukcjami, które zagwarantują, że wytwarzane produkty będą powtarzalne, bezpieczne, zgodne z prawem i wdrożonym planem HACCP oraz o odpowiedniej jakości z uwzględnieniem wszelkich alergenów w recepturach (6.1.1). Przy weryfikacji pakowania należy uwzględniać kontrolę wydruku, w tym również informację o alergenach (6.2.3). W rozdziale 7. standardu BRC jest odniesienie do wymagań w stosunku do personelu,

który powinien być m.in. odpowiednio szkolony (7.1) w zakresie alergenów i procedur postępowania z alergenami w zakładzie produkcyjnym (7.1.4) [1].

Podsumowanie

Zamierzona, jak i niezamierzona obecność alergenów w produktach zobowiązuje producentów do wprowadzania szeregu uregulowań w procesach wytwórczych. Wymaga także ustalenia odpowiedniego znakowania spełniającego wymogi przepisów prawnych, a w niektórych przypadkach również specyficzne wymagania klientów. Niezamierzona obecność alergenów pozostaje w dalszym ciągu nieuregulowana w Unii Europejskiej w kontekście znakowania. Niemniej jednak odpowiedzialność za bezpieczeństwo produktów, w tym również za odpowiednią informację na opakowaniach, ponosi producent. Standardy GFSI w różnym stopniu definiują wymagania w zakresie alergenów. W FSSC 22000 bardzo ogólnie i krótko przedstawiono wymagania w tym zakresie. W standardzie IFS jest ich więcej i zostały bardziej doprecyzowane, natomiast BRC szczegółowo i w wielu różnych rozdziałach wymienia alergeny, podaje wymagania lub przedstawia jako przykład, który należy wziąć pod uwagę. W związku z istniejącymi wymaganiami wydaje się uzasadnione uwzględnianie następujących elementów, które są krytyczne w zarządzaniu ryzykiem alergenowym: ludzie, dostawcy, przygotowanie surowców, sprzęt i wyposażenie oraz konstrukcja zakładu, proces produkcyjny, rozwój i zmiana produktów, dokumentacja oraz informacja dla konsumenta.

Alergeny są zasadniczym zagrożeniem w żywności i powinny być dobrze oznaczane, aby konsumenci mogli bezpiecznie spożywać produkty spożywcze.

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

Literatura

- [1] BRC British Retail Consortium Global Standards: BRC 8 z sierpnia 2018 r. Część II. Wymagania.
- [2] European Union: RASFF Annual Report 2017. [on line]. Publications Office of the European Union, 2018. Dostęp w Internecie [09.01.2019]: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/rasff_annual_report_2017.pdf
- [3] FoodDrinkEurope: Portion Sizes for Purposes of Nutrition Labelling. [on line]. FoodDrinkEurope, 2010. Dostęp w Internecie [08.01.2019]: <https://www.fooddrinkeurope.eu/publication/portion-sizes-for-purposes-of-nutrition-labelling-ciaa-proposed-approach/>
- [4] FoodDrinkEurope: Guidance on Food Allergen Management for Food Manufacturers. [on line]. FoodDrinkEurope, Brussels 2013. Dostęp w Internecie [08.01.2019]: https://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/press-releases_documents/temp_file_FINAL_Allergen_A4_web1.pdf

- [5] FoodDrinkEurope: Guidance on the Provision of Food Information to Consumers. [on line]. FoodDrinkEurope, Brussels 2013. Dostęp w Internecie [08.01.2019]: https://www.fooddrinkeuropa.eu/uploads/publications_documents/FDE_Guidance_WEB.pdf
- [6] Food Safety System Certification 22000 version 4.1. July 2017. Part II: Requirements for Certification. 2.1.4.6 Management of allergens.
- [7] Global Food Safety Initiative: What is GFSI. [on line]. GFSI. Dostęp w Internecie [08.01.2019]: <https://www.mygfsi.com/about-us/about-gfsi>
- [8] IFS International Featured Standards wersja 6.1. z listopada 2017 r. Część 2: Wykaz wymagań.
- [9] IJHARS: Przewodnik do rozporządzenia (WE) nr 1169/2011. [on line]. IJHARS, 2017. w Internecie [10.01.2019]: <http://www.ijhars.gov.pl/pliki/A-pliki-z-glownego-katalogu/ethernet/2016/przewodnik%20do%20rozporzadzenia%201169%202011%20-%20sierpień%202016.pdf>
- [10] Polskie Towarzystwo Alergologiczne: Alergia pokarmowa. [on line]. PTA. Dostęp w Internecie [09.01.2019]: <https://www.pta.med.pl/dla-alergikow/alergia/alergia-pokarmowa/>
- [11] Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności. Dz. U. L 31, ss. 1-24, z 01.02.2002 r. z późn. zm.
- [12] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylenia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004. Dz. U. L 304, ss. 18-63, z 22.11.2011 r. ze zm.
- [13] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 828/2014 z dnia 30 lipca 2014 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat nieobecności lub zmniejszonej zawartości glutenu w żywności. Dz. U. L 228, ss. 5-8, z 31.07.2014 r. z późn. zm.
- [14] Samoliński B., Raciborski F., Lipiec A., Tomaszewska A., Krzych-Fałta E., Samel-Kowalik P., Walkiewicz A., Lusawa A., Borowicz J., Komorowski J., Samolińska-Zawisza U., Sybilski A.J., Piekarska B., Nowicka A.: Epidemiologia chorób alergicznych w Polsce (ECAP). *Alergologia Polska – Pol. J. Allerg.*, 2014, 1, 10-18.
- [15] Szymecka-Wesołowska A., Jędrych K., Szczypkowska P. (Red.): Znakowanie, prezentacja, reklama żywności. Komentarz do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011. Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2018.
- [16] The Allergen Bureau: Food Industry Guide to the Voluntary Incidental Trace Allergen Labelling (VITAL) Program Version 2.0. The Allergen Bureau, Hobart 2012.
- [17] The Allergen Bureau: VITAL® Best Practice Labelling Guide for Australia and New Zealand. The Allergen Bureau Ltd., Hobart 2016.
- [18] Wiczorkiewicz R.: GIS wypowiada się na temat deklaracji produktów bez laktozy. [on line]. Portal Spożywczy, 2016. Dostęp w Internecie [08.01.2019]: <http://www.portalspozywczy.pl/mleko/wiadomosci/gis-wypowiada-sie-na-temat-deklaracji-produktow-bez-laktozy,128937.html>
- [19] Weber W., Röder M.: *Allergene - Informationsbroschüre für die Lebensmittelindustrie*. Berlin 2018.
- [20] Zawiadomienie Komisji z dnia 13 lipca 2017 r. dotyczące przekazywania informacji o substancjach lub produktach powodujących alergie lub reakcje nietolerancji, wymienionych w załączniku II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności. Dz. U. C 428, ss. 1-5, z 13.12.2017 r. z późn. zm.

ALLERGENS: INTENDED AND UNINTENDED PRESENCE IN THE CONTEXT OF LAW AND GFSI STANDARD REQUIREMENTS

S u m m a r y

In the article, an overview is presented of the most important legal requirements and the requirements set out in the recognized GFSI standards, i.e. IFS, BRC and FSSC 22000 in the field of allergen management, including the product labelling obligation. In the case of legal requirements attention is mainly focused on Regulation 1169/2011 and Annex II to this Regulation, where 14 allergenic products are depicted and also on the published guidelines to this regulation. Furthermore the issue of unintended presence of allergens is discussed as are the related obligations for the producers. Precautionary Allergen Labelling (PAL) is not regulated by law and the manufacturers make their own decisions as regards the form and content of information about cross-contamination, which they place on their products; their decisions are based on the risk analysis and they utilize information and programs (e.g. VITAL – Voluntary Incidental Trace Allergen Labelling) available on the market. Some examples are given of the requirements for the determination of allergens and the unintended presence of allergens, which are in force in 8 selected countries. Then, the scope is presented of the requirements relating to allergens as set in IFS, version 6.1, BRC, version 8, and FSSC 22000, version 4.1. The BRC requirements for allergens are widely described. The entire Chapter 5.3 is dedicated to the requirements that have a crucial role when establishing and accomplishing tasks necessary to ensure food quality and safety. Both IFS and FSSC 22000 define the scope of allergen-relating requirements to a much lesser extent. Every producer is obliged to implement allergen management systems. Where the issues on labelling are included in the legislation in force, the respective labelling requirements should be applied while in the case they are not regulated by law (as in the case of PAL) it is always the manufacturer's responsibility to market safe products, also in the context of allergens.

Key words: allergens, cross-contamination, unintended presence of allergens, GFSI, precautionary labelling 

BARBARA WÓJCIK-STOPCZYŃSKA, PAWEŁ KIEDOS

**WPŁYW ZABIEGÓW WSTĘPNYCH NA ZAWARTOŚĆ
WYBRANYCH SKŁADNIKÓW W ZAMROŻONYM SZPINAKU
ZWYCZAJNYM (*SPINACIA OLERACEA* L.) ODMIANY
'GEANT D'HIVER'**

Streszczenie

W pracy oceniono zawartość wybranych składników w zamrażalniczo przechowywanym szpinaku w zależności od zastosowania przed zamrożeniem procesu blanszowania oraz rozdrabniania. W badaniach wykorzystano szpinak zwyczajny 'Geant d'hiver' ze zbioru jesiennego, zakupiony u producenta warzyw. Zamrożeniu i zamrażalniczemu przechowywaniu (6 miesięcy, temp. -25 °C) poddano cztery warianty szpinaku: liście nieblanszowane – całe i pokrojone (odcinki o szerokości ok. 3 cm) oraz blanszowane (temp. 95 - 96 °C, 120 s) – całe i pokrojone po blanszowaniu. W szpinaku surowym i zblanszowanym oraz przechowywanym zamrażalniczo przez 6 miesięcy oznaczono zawartość: suchej masy, witaminy C, błonnika surowego, polifenoli ogółem, chlorofilu ogółem, karotenoidów oraz azotanów(V). Wykazano, że w odniesieniu do szpinaku surowego blanszowanie spowodowało istotne zmniejszenie zawartości suchej masy – o 8,4 %, karotenoidów – o 11,2 %, chlorofilu – o 17,0 %, witaminy C – o 29,2 % i azotanów(V) – o 46,0 %. Zawartość składników w szpinaku ocenianym po sześciu miesiącach zamrażalniczego przechowywania była uzależniona głównie od procesu blanszowania, natomiast zastosowany sposób rozdrabniania na ogół nie wpływał istotnie na ich koncentrację. Mrożonki sporządzone ze szpinaku blanszowanego (całego i krojonego) zachowały istotnie więcej składników bioaktywnych – witaminy C, chlorofilu ogółem i karotenoidów oraz więcej polifenoli niż mrożonki ze szpinaku nieblanszowanego, które z kolei odznaczały się istotnie większą zawartością potencjalnie szkodliwych azotanów(V). W stosunku do składu szpinaku surowego średnie straty składników w mrożonkach ze szpinaku blanszowanego wynosiły od 5,9 % – błonnik surowy do 50,4 % – azotany(V), a w mrożonkach ze szpinaku nieblanszowanego od 3,5 % – azotany(V) do 72,3 % – witamina C.

Słowa kluczowe: szpinak, przetwarzanie, składniki bioaktywne, azotany(V)

Wprowadzenie

Szpinak zwyczajny (*Spinacia oleracea* L.) to warzywo, które odpowiada zapotrzebowaniu konsumentów na żywność niskoenergetyczną i niskotłuszczową, a przy tym zasobną w składniki bioaktywne o działaniu prozdrowotnym, jak chlorofil, karotenoidy i polifenole [11, 16]. Jest dobrym źródłem witamin (C, E, K, B₁, B₂, B₆, kwasu foliowego), β -karotenu (prowitaminy A), związków mineralnych (m.in. Mg, Fe, Se) i błonnika pokarmowego [18]. Wiele składników występujących w szpinaku (np. polifenole, karotenoidy, witaminy C i E) wykazuje znaczącą aktywność przeciwutleniającą. Obecność przeciwutleniaczy w diecie wspomaga organizm w zwalczaniu rodników tlenowych, działa przeciwzapalnie, przeciwnowotworowo, przeciwzakrzepowo i antyalergicznie [6, 8, 20]. Oprócz składników prozdrowotnych w szpinaku występują też związki niepożądane, jak azotany i szczawiany [14]. Szpinak należy do warzyw odznaczających się skłonnością do kumulowania azotanów(V) [26], stąd niekiedy stwierdza się w nim dużą zawartość tych związków [3, 18]. Około 5 % azotanów(V) przyjętych z pożywieniem ulega w organizmie konwersji do toksycznych azotanów(III). Mogą one m.in. reagować z aminami i formować kancerogenne nitrozoaminy, a także utleniać hemoglobinę krwi do methemoglobiny, co uniemożliwia transport tlenu [26].

Szpinak jest warzywem sezonowym, dlatego podlega utrwalaniu – najczęściej przez zamrażanie, rzadziej przez konserwowanie [14, 16]. W produktach zamrożonych cenne składniki warzyw wydają się być dobrze chronione, jednak obróbka wstępna przed zamrożeniem (mycie, rozdrabnianie, blanszowanie), jak i zamrażalnicze przechowywanie są źródłem częściowych strat składników. Poziom tych strat zależy m.in. od rodzaju stosowanych zabiegów, w tym warunków blanszowania, warunków i czasu zamrażalniczego przechowywania oraz właściwości surowca i składników [2, 16, 21, 24, 29, 30].

Celem pracy było określenie wpływu zabiegów wstępnych procesu technologicznego, takich jak blanszowanie i rozdrabnianie na zawartość wybranych składników bioaktywnych oraz azotanów(V) w szpinaku zwyczajnym ‘Geant d’hiver’ zamrażalniczo przechowywanym, a także ocena poziomu strat tych składników w stosunku do stanu w szpinaku surowym.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono w okresie od września 2016 r. do marca 2017 r. Materiałem doświadczalnym był szpinak zwyczajny ‘Geant d’hiver’ uprawiany na zbiór jesienny. W dostępnej literaturze przedmiotu brak jest danych dotyczących oceny surowego i mrożonego szpinaku tej odmiany. Szpinak zakupiono u lokalnego producenta warzyw i w tym samym dniu poddano go przerobowi. W doświadczeniu wykorzystano liście wraz z ogonkami liściowymi przyciętymi na długość ok. 8 cm. Liście przebrano,

umyto w wodzie bieżącej i powierzchniowo osuszono. Tak przygotowany materiał traktowano jako szpinak surowy, cały. Połowę szpinaku zblanszowano w wodzie (proporcja 1 : 5) o temp. 95 - 96 °C, w ciągu 120 s. W przyjęciu warunków blanszowania kierowano się parametrami stosowanymi przez innych autorów [14, 15] oraz wynikami oznaczenia, które wskazywały na brak obecności aktywnej peroksydazy w zblanszowanym materiale. Po blanszowaniu szpinak ostudzono [14].

Zamrażaniu poddano szpinak w następujących wersjach: 1) surowy, cały, 2) surowy, pokrojony (liście pocięto nożem ceramicznym na odcinki o szerokości ok. 3 cm), 3) blanszowany, cały, 4) blanszowany, pokrojony (zblanszowany, ostudzony szpinak pocięto na odcinki jak wyżej). Z każdej wersji przygotowano po trzy ok. 400-gramowe porcje szpinaku. Umieszczono je w woreczkach polietylenowych przeznaczonych do zamrażania żywności, zaopatrzonych w szczelne zamknięcie strunowe. Szpinak zamrożono w zamrażarce Polar ZS-131 (Polar, Polska), w temp. -25 °C i przechowywano w tych warunkach przez 6 miesięcy.

W szpinaku surowym i zblanszowanym oraz w szpinaku zamrożonym – po 6 miesiącach zamrażalniczego przechowywania określano zawartość: suchej masy, błonnika surowego, witaminy C, polifenoli ogółem, chlorofilu ogółem, karotenoidów ogółem i azotanów(V). Do przeprowadzenia oznaczeń stosowano metody:

- sucha masa [%] – metoda suszarkowo-wagowa [16];
- błonnik surowy – metoda Scharrera-Kürschnera [30];
- witamina C jako kwas L-askorbinowy – metoda miareczkowania z zastosowaniem mianowanego roztworu 2,6-dichlorofenolindofenolu [1];
- polifenole ogółem – metoda Folina-Ciocalteu [27], która bazuje na redukcji zawartego w odczynniku Folina-Ciocalteu molibdenu(VI) do molibdenu(V) przez polifenole obecne w badanej próbce, w wyniku czego powstaje niebieski związek. Pomiaru intensywności zabarwienia próbek dokonywano przy długości fali $\lambda = 750$ nm. Zawartość polifenoli ogółem wyrażano w przeliczeniu na kwas galusowy, w $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ produktu;
- azotany(V) – metoda kolorymetryczna Johnsona-Ulricha [30] polegająca na reakcji jonów azotanowych z kwasem 1-fenolo-2,4-disulfonowym, z którym jony te tworzą kwas nitrofenolo-disulfonowy; po zalkalizowaniu przechodzi on w formę zjonizowaną zabarwioną na żółto. Pomiaru intensywności zabarwienia próbek dokonywano przy długości fali $\lambda = 410$ nm. Zawartość azotanów obliczano z krzywej wzorcowej i wyrażano w $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$;
- chlorofil ogółem i karotenoidy ogółem – metoda Lichtenthalera i Wellburna [19]. Próbki rozcierano w moździerzu z niewielką ilością 80-procentowego acetonu i przenoszono ilościowo do kolb miarowych o pojemności 50 cm^3 . Mierzono absorbancję odwirowanego wyciągu w spektrofotometrze kolejno przy długościach fal: $\lambda = 441 \text{ nm}$, $\lambda = 646 \text{ nm}$, $\lambda = 652 \text{ nm}$ i $\lambda = 663 \text{ nm}$. Zawartość chlorofilu ogółem

łem [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ś.m.] obliczano z równania: $(27,8 \times E_{652}) \times (V/m)$, a karotenoidów ogółem [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ś.m.] – z równania: $[(1000 \times E_{441}) - 3,27 \times (12,21 \times E_{663} - 2,81 \times E_{646}) - 104 \times (20,13 \times E_{646} - 5,03 \times E_{663})] \times [(V/m \times 229)]$, gdzie E – absorbancja przy określonej długości fali, V – objętość kolby miarowej [cm^3], m – masa próbki [g].

W badaniach stosowano odczynniki firmy Chempur (Polska). Wszystkie pomiary spektrofotometryczne prowadzono w spektrofotetrze Helios- γ (Thomas Scientific, USA). Oznaczenia poszczególnych składników wykonywano w trzech równoległych próbkach, w każdej w dwóch powtórzeniach. Statystyczną ocenę wyników przeprowadzono metodą analizy wariancji, przy użyciu programu FR-ANALWAR. Istotność różnic między wartościami średnimi szacowano za pomocą testu Tukeya przy $p = 0,05$ [28].

Wyniki i dyskusja

Zawartość badanych składników w szpinaku surowym i blanszowanym przedstawiono w tab. 1. Poziom suchej masy (7,23 %) w surowym szpinaku ‘Geant d’hiver’ był niższy niż w szpinaku uprawianym na zbiór jesienny w badaniach duńskich ($8,5 \div 9,4$ % w odmianach ‘Lorelei’, ‘Springfield’, ‘Ballet’) [16] oraz krajowych ($9,1 \div 11,2$ % w odmianach ‘Rembrandt F1’ i ‘Spiros F1’) [18]. Zawartość błonnika surowego (2,54 %) była również mniejsza od podawanej w literaturze [17]. Z kolei poziom witaminy C w materiale surowym ($40,24 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) był zbliżony do stwierdzonego przez Isleroglu i wsp. [13] ($40 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), jednak znacznie mniejszy niż podawany przez innych autorów: $110,87 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ [28], $58 \div 210 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ [8]. Zawartość polifenoli ogółem w surowym szpinaku ($132,45 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) była większa w porównaniu z wynikami Ninfalego i Bacchioccy [20] ($107,2 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), ale mniejsza niż uzyskana przez Galaniego i wsp. [8] ($250 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) oraz Howarda i wsp. [11] ($154,7 \div 483,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), którzy dowiedli też, że szpinak ze zbioru jesiennego zawiera mniej polifenoli niż ze zbioru wiosennego. Zawartość karotenoidów ogółem w surowym szpinaku ($213,13 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) odpowiadała wartościom podanym przez Biehlera i wsp. [4] ($126,9 \div 223,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), jednak odbiegała od wyników pracy Gutierrez-Rodrigueza i wsp. [10] ($400 \div 600 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Autorzy ci oznaczyli także zawartość chlorofilu ogółem i uzyskali wyniki na poziomie $1200 \div 2000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ [10]. W badaniach własnych zawartość tego składnika w świeżym szpinaku wynosiła $1260,88 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a więc mieściła się w podanym przedziale.

W surowym szpinaku ‘Geant d’hiver’ zawartość azotanów(V) wynosiła $750,15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ i była wielokrotnie mniejsza od $3500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, czyli poziomu dopuszczalnego w świeżym szpinaku zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) Nr 1258/2011 [23]. Bardzo małą zawartość azotanów(V) – $110 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ w szpinaku ‘Mar-kiza F1’ zbieranym w czerwcu stwierdziła Jaworska [14], natomiast inni autorzy [3,

18] w części badanych próbek szpinaku odnotowali dużą zawartość ($> 2000 \div 3000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) tych związków. Była ona zależna od odmiany, nawożenia oraz sezonu uprawy – średnio więcej azotanów(V) zawierał szpinak zbierany jesienią.

Zróznicowanie wyników własnych, dotyczących zawartości badanych składników w szpinaku surowym, w porównaniu z wynikami innych autorów może być związane z tym, że skład chemiczny roślin zależy od wielu czynników, m.in. od odmiany [6, 10, 16, 18], agrotechniki i warunków wegetacji [3, 7]. Znaczenie ma też stosowanie różnych metod oznaczania danego składnika [4, 8].

Tabela 1. Zawartość wybranych składników w szpinaku surowym oraz blanszowanym

Table 1. Content of selected compounds in raw and blanched spinach

Składnik Component	Szpinak surowy Raw spinach	Szpinak blanszowany Blanched spinach	Straty [%] Losses [%]
Sucha masa [%] Dry matter [%]	$7,23^a \pm 0,12$	$6,62^b \pm 0,15$	8,4
Błonniki surowy [% ś.m.] Raw fibre [% f.m.]	$2,54^a \pm 0,08$	$2,49^a \pm 0,08$	-
Witamina C [$\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ś.m.] Vitamin C [$\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ f.m.]	$40,24^a \pm 4,25$	$28,51^b \pm 3,72$	29,2
Polifenole ogółem [$\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ś.m.] Total polyphenols [$\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ f.m.]	$132,45^a \pm 8,32$	$130,15^a \pm 7,56$	-
Chlorofil ogółem [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ś.m.] Total chlorophyll [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ f.m.]	$1260,88^a \pm 95,85$	$1046,53^b \pm 74,45$	17,0
Karotenoidy [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ś.m.] Carotenoids [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ f.m.]	$213,13^a \pm 18,24$	$179,37^b \pm 15,12$	15,7
Azotany(V) [$\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ ś.m.] Nitrates [$\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$ f.m.]	$750,15^a \pm 35,32$	$405,20^b \pm 24,18$	46,0

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie $\pm$ odchylenie standardowe / Table shows mean values $\pm$ standard deviation; $n = 3$; 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 $p \leq 0.05$.

Dane zamieszczone w tab. 1. wskazują, że po procesie blanszowania istotnemu zmniejszeniu uległa zawartość suchej masy, witaminy C, karotenoidów, chlorofilu ogółem oraz azotanów(V). Straty tych składników wynosiły od 8,4 % (sucha masa) do 46,0 % – azotany(V). Ubytki suchej masy i jej składników podczas blanszowania w wodzie są nieuniknione, jednak poziom strat zależy od warunków i czasu trwania procesu, właściwości blanszowanego surowca i odporności poszczególnych składników [14, 16, 30]. Blanszowanie powoduje zazwyczaj znaczne straty witaminy C. W badaniach własnych wynosiły one 29,2 %, co można uznać za poziom relatywnie

niski, gdyż szpinak jako warzywo o wysokim stosunku powierzchni do objętości jest wrażliwy na blanszowanie, stąd straty witaminy C wynoszą niekiedy ok. 70 % [29]. Porównanie z wynikami badań innych autorów [15, 24] wskazuje, że stosunkowo małe były też powstałe w wyniku blanszowania straty karotenoidów (15,7 %) i chlorofilu ogółem (17,0 %). W procesie blanszowania szpinaku większą stabilność karotenoidów niż chlorofilu odnotowali Kidmose i wsp. [16]. Blanszowanie praktycznie nie wpłynęło na zawartość błonnika i polifenoli (tab. 1). Nieistotne straty błonnika odnotowano w poddanych blanszowaniu szpinaku nowozelandzkim [15], a błonnika i polifenoli – w blanszowanej kostce z korzeni pietruszki [30]. Interesujące są wyniki badań Saetan i wsp. [25], którzy po blanszowaniu liści *Cinnamomum porrectum* wykazali w nich wzrost zawartości polifenoli. Zdaniem autorów blanszowanie może wpłynąć na rozluźnienie struktur komórkowych i uwolnienie tych polifenoli, które w surowych liściach są związane kowalencyjnie ze składnikami ścian komórkowych np. z celulozą czy proteinami. Korzystną stroną blanszowania jest zwykle znaczące zmniejszenie zawartości szkodliwych azotanów(V) – w różnych warzywach odnotowano ich ubytek o 10 ÷ 50 % [9, 14, 15, 24].

Dane zamieszczone w tab. 2. wskazują, że w mrożonkach badanych po sześciu miesiącach zamrażalniczego przechowywania zawartość analizowanych składników była bardziej uzależniona od zastosowanego przed zamrożeniem blanszowania niż rozdrobnienia szpinaku. Mrożonki sporządzone ze szpinaku zblanszowanego, zarówno z liści całych, jak i pokrojonych, zachowały po sześciu miesiącach zamrażalniczego przechowywania istotnie więcej witaminy C, chlorofilu ogółem i więcej polifenoli ogółem, natomiast istotnie mniej azotanów(V). Zawartość badanych składników w mrożonkach ze szpinaku pokrojonego na ogół nie różniła się istotnie od ich zawartości w mrożonkach z całych liści. Wyjątek stanowiła zawartość witaminy C istotnie najmniejsza w mrożonce ze szpinaku nieblanszowanego, pokrojonego. Z kolei zawartość polifenoli była istotnie mniejsza w mrożonce ze szpinaku blanszowanego, pokrojonego niż w mrożonce z blanszowanych, całych liści, a suchej masy – istotnie mniejsza w mrożonce z blanszowanego, pokrojonego szpinaku w porównaniu z mrożonkami z całych, nieblanszowanych liści. We wszystkich wariantach mrożonek ocenianych po zamrażalniczym przechowywaniu zawartości błonnika surowego oraz karotenoidów ogółem nie różniły się istotnie.

Porównanie danych przedstawionych w tab. 1. i 2. wskazuje, że w szpinaku podczas zamrażalniczego przechowywania nastąpiło zmniejszenie zawartości niemal wszystkich analizowanych składników. W mrożonkach ze szpinaku blanszowanego zawartość zwłaszcza polifenoli, karotenoidów i chlorofilu była niewiele mniejsza od ich zawartości w szpinaku po blanszowaniu. W przypadku suchej masy, w porównaniu do stanu przed zamrożeniem, stwierdzono wzrost jej zawartości we wszystkich badanych wariantach mrożonek. Wzrost zawartości suchej masy wynikający z częściowej

utraty wody obserwowano podczas przechowywania zamrożonej brukselki i pietruszki korzeniowej [9, 30].

Tabela 2. Zawartość wybranych składników w szpinaku po jego sześciomiesięcznym zamrażalniczym przechowywaniu

Table 2. Content of selected constituents in spinach after six months of refrigerated storage

Składnik Component	Szpinak nieblanszowany cały Whole non-blanchéd spinach	Szpinak nieblanszowany krojony Cut non-blanchéd spinach	Szpinak blanszowany cały Whole blanched spinach	Szpinak blanszowany krojony Cut blanched spinach
Sucha masa [%] Dry matter [%]	7,42 ^a ± 0,15	7,27 ^a ± 0,16	7,27 ^a ± 0,11	7,18 ^{ab} ± 0,12
Błonnik surowy [% ś.m.] Raw fibre [% f.m.]	2,45 ^a ± 0,09	2,40 ^a ± 0,08	2,40 ^a ± 0,09	2,38 ^a ± 0,10
Witamina C [mg·100g ⁻¹ ś.m.] Vitamin C [mg·100g ⁻¹ f.m.]	13,92 ^b ± 2,50	8,40 ^c ± 1,84	22,80 ^a ± 2,12	20,41 ^a ± 1,93
Polifenole ogółem [mg·100g ⁻¹ ś.m.] Total polyphenols [mg·100g ⁻¹ f.m.]	94,30 ^b ± 10,05	87,08 ^{bc} ± 9,42	132,28 ^a ± 11,54	107,87 ^b ± 10, 21
Chlorofil ogółem [mg·kg ⁻¹ ś.m.] Total chlorophyll [mg·kg ⁻¹ f.m.]	862,14 ^b ± 72,15	835,22 ^b ± 70,32	990,38 ^a ± 75,82	972,33 ^a ± 68,35
Karotenoidy [mg·kg ⁻¹ ś.m.] Carotenoids [mg·kg ⁻¹ ś.m.]	159,63 ^a ± 11,43	155,62 ^a ± 10,64	175,79 ^a ± 9,82	167,78 ^a ± 10,15
Azotany(V) [mg NO ₃ ⁻ ·kg ⁻¹ ś.m.] Nitrates [mg NO ₃ ⁻ ·kg ⁻¹ f.m.]	734,46 ^a ± 33,15	712,87 ^a ± 30,22	376,46 ^b ± 20,95	367,79 ^b ± 21,64

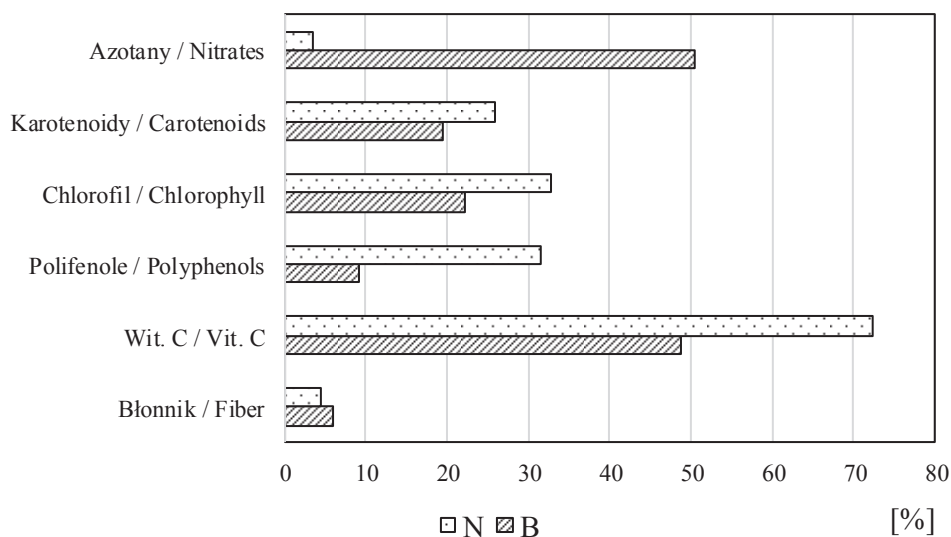
Objaśnienia / Explanatory notes:

a, b, c – 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 $p \leq 0.05$. Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

Średnie straty składników prozdrowotnych odnotowane po zakończeniu doświadczenia, obliczone w stosunku do stanu w szpinaku surowym (rys. 1), były najmniejsze w przypadku błonnika, zarówno w mrożonkach ze szpinaku blanszowanego, jak i nieblanszowanego (wynosiły odpowiednio: 5,9 oraz 4,5 %). Ubytki pozostałych bioaktywnych składników były mniejsze w mrożonkach ze szpinaku blanszowanego i wyno-

siły od 9,3 % (polifenole ogółem) do 48,8 % (witamina C). W mrożonkach ze szpinaku nieblanszowanego straty tych składników wynosiły od 26,0 % (karotenoidy) do 72,3 % (witamina C). Odwrotna sytuacja wystąpiła w odniesieniu do azotanów(V), których średni ubytek w mrożonkach ze szpinaku blanszowanego wynosił 50,4 %, natomiast z nieblanszowanego – jedynie 3,5 %. Zbliżone różnice dotyczące finalnego ubytku azotanów(V) w zamrażalniczo przechowywanym (9 miesięcy) blanszowanym i nieblanszowanym selerze naciowym stwierdziła Rutkowska [24], przy czym podobnie jak w badaniach własnych, zmniejszenie zawartości tych związków nastąpiło głównie w wyniku blanszowania, a wpływ zamrażalniczego przechowywania był mniejszy.

W zamrożonych warzywach znaczące są na ogół ubytki witaminy C [15, 30]. W przemysłowo zamrożonym i przechowywanym szpinaku straty witaminy C wzrosły z poziomu 23,6 % po blanszowaniu do 57,9 % po sześciomiesięcznym zamrażalniczym przechowywaniu [29]. Na ogół mniejszym stratom niż witamina C ulegają podczas zamrażalniczego przechowywania warzyw blanszowanych chlorofile, karotenoidy i polifenole [12, 15, 24, 30]. W wielu zamrażalniczo przechowywanych warzywach rejestrowano straty polifenoli ogółem wynoszące 20 ÷ 30 % [22]. Ubytki polifenoli nie są jednak regułą, gdyż w zamrożonych liściach chrzanu i lubczyku Tomsone i Kruma [28] stwierdzili więcej polifenoli niż w liściach świeżych, a w zamrażalniczo przechowywanych owocach obserwowano zarówno wzrost, zmniejszenie, jak i brak zmian zawartości polifenoli [5].



Rys. 1. Średnie końcowe straty badanych składników w zamrożonym szpinaku blanszowanym (B) i nieblanszowanym (N) w stosunku do ich zawartości w szpinaku surowym

Fig. 1. Average final losses of studied compounds in frozen blanched (B) and non-blanched (N) spinach in relation to their contents in raw spinach

Porównując wyniki badań własnych z przytoczonymi wynikami badań innych autorów można stwierdzić, że jako surowiec przeznaczony do zamrożenia szpinak 'Geant d'hiver' charakteryzował się stosunkowo małą zawartością suchej masy oraz składników bioaktywnych. Pozytywnym zjawiskiem były natomiast tylko niewielkie zmiany zawartości polifenoli, karotenoidów i chlorofilu zachodzące w mrożonkach sporządzonych ze szpinaku blanszowanego, ocenianych po sześciu miesiącach zamrażalniczego przechowywania. Zastosowane w pracy rozdrobnienie szpinaku 'Geant d'hiver' przed zamrożeniem nie spowodowało istotnego zmniejszenia zawartości składników prozdrowotnych, chociaż ogólnie więcej tych związków występowało w mrożonkach z całych liści.

Wnioski

1. Blanszowanie szpinaku 'Geant d'hiver' spowodowało istotne zmniejszenie zawartości wszystkich badanych składników za wyjątkiem błonnika surowego i polifenoli ogółem.
2. W mrożonkach z liści nieblanszowanych i blanszowanych, całych i krojonych ocenianych po sześciu miesiącach przechowywania zawartość większości ocenianych składników była istotnie uzależniona od procesu blanszowania, natomiast zastosowany sposób rozdrobnienia na ogół nie wpłynął znacząco na ich koncentrację.
3. Mrożonki sporządzone z liści blanszowanych (całych i krojonych) zachowały istotnie więcej witaminy C, chlorofilu ogółem i karotenoidów oraz więcej polifenoli niż mrożonki ze szpinaku nieblanszowanego, które z kolei odznaczały się istotnie większą zawartością azotanów(V).
4. W stosunku do składu szpinaku surowego średnie straty składników w mrożonkach ze szpinaku blanszowanego wynosiły od 5,9 % – błonnik surowy do 50,4 % – azotany(V), a w mrożonkach ze szpinaku nieblanszowanego od 3,5 % – azotany (V) do 72,3 % – witamina C.

Literatura

- [1] Adebayo E.: The titrimetric and spectrophotometric determination of ascorbic acid levels in selected Nigerian fruits. *J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol.*, 2015, 9, 44-46.
- [2] Al-Sanabani A.S., Youssef K.M., Shatta A.A., El-Samahy S.K.: Influence of freezing steps on color attributes, phytochemical contents and antioxidant capacity of green beans. *J. Food Sci.*, 2016, 3 (1), 19-25.
- [3] Brkić D., Bošnjir J., Bevardi M., Bošković A., Miloš S., Lasić D., Krivohlavek A., Racz A., Mojsović Ćuić A., Trstenjak N.: Nitrate in leafy green vegetables and estimated intake. *Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med.*, 2017, 14 (3), 31-41.
- [4] Biehler E., Mayer F., Hoffmann L., Krause E., Bohn T.: Comparison of 3 spectrophotometric methods for carotenoid determination in frequently consumed fruits and vegetables. *J. Food Sci.*, 2010, 75 (1), C55-61.

- [5] Celli G.B., Ghanem A., Brooks M.S.: Influence of freezing process and frozen storage on the quality of fruits and fruit products. *Food Rev. Int.*, 2016, 32 (3), 280-304.
- [6] Cho M.J., Howard L.R., Prior R.L., Morelock T.: Flavonoid content and antioxidant capacity of spinach genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *J. Sci. Food Agric.*, 2008, 88, 1099-1106.
- [7] Citak S., Sonmez S.: Effect of conventional and organic fertilization on spinach (*Spinacia oleracea* L.) growth, yield, vitamin C and nitrate concentration during two successive seasons. *Sci. Hort.*, 2010, 126 (4), 415-420.
- [8] Galani J.H.Y., Patel J.S., Patel N.S., Talati J.G.: Storage of fruits and vegetables in refrigerator increases their phenolic acids but decreases the total phenolics, anthocyanins and vitamin C with subsequent loss of their antioxidant capacity. *Antioxidants*, 2017, 6, #59, DOI: 10.3390/antiox6030059
- [9] Gębczyński P.: Zawartość wybranych składników azotowych w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej. *Acta Sci. Pol. Technol. Alimentaria*, 2002, 1 (1), 27-35.
- [10] Gutierrez-Rodriguez E., Lieth H.J., Jernstedt J.A., Labavitch J.M., Suslow T., Cantwell M.I.: Texture, composition and anatomy of spinach leaves in relation to nitrogen fertilization. *J. Sci. Food Agric.*, 2013, 93 (2), 227-237.
- [11] Howard L.R., Pandjaitan N., Morelock T., Gil M.I.: Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and growing season. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, 50, 5891-5896.
- [12] Iosin A., Raba D., Moldovan C., Popa V., Dumbrava D.G.: The influence of freezing on the content of vitamin C, chlorophylls and carotenoids in chives (*Allium schoenoprasum* L.). *Scien. Tech. Bull-Chem. Food Sci. Eng.*, 2017, 14 (XV), 49-52.
- [13] Isleroglu H., Sakin-Yilmazer M., Kemerli-Kalbaran T., Uren A., Kaymak-Ertekin F.: Kinetics of colour, chlorophyll and ascorbic acid content in spinach baked in different types of oven. *Int. J. Food Prop.*, 2017, 20 (11), 2456-2465.
- [14] Jaworska G.: Nitrates, nitrites and oxalates in products of spinach and New Zealand spinach. Effect of technological measures and storage time on the level of nitrates, nitrites, and oxalates in frozen and canned products of spinach and New Zealand spinach. *Food Chem.*, 2005, 93, 395-401.
- [15] Jaworska G., Słupski J.: Badanie przydatności szpinaku nowozelandzkiego do mrożenia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, 2 (27), 92-102.
- [16] Kidmose U., Edelenbos M., Christensen L.P., Hegelund E.: Chromatographic determination of changes in pigments in spinach (*Spinacia oleracea* L.) during processing. *J. Chromat. Sci.*, 2005, 43, 466-472.
- [17] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. Wyd. IŻŻ. Warszawa 1998.
- [18] Kunicki E., Grabowska A., Sękara A., Wojciechowska R.: The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.) *Folia Horticulturae Ann.* 2010, 22 (2), 9-13.
- [19] Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R.: Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochem. Soc. Trans.*, 1983, 603, 591-592.
- [20] Ninfali P., Bacchiocca M.: Polyphenols and antioxidant capacity of vegetables under fresh and frozen conditions. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51 (8), 2222-2226.
- [21] Petzold G., Caro M., Moreno J.: Influence of blanching, freezing and frozen storage on physicochemical properties of broad beans (*Vicia faba* L.). *Int. J. Refrig.*, 2014, 40, 429-434.
- [22] Puupponen-Pimiä R., Häkkinen S.T., Aarni M., Suorti T., Lampi A.-M., Eurola M., Oksman-Caldentey K.M.: Blanching and long-term freezing affects various bioactive compounds of vegetables in different ways. *J. Sci. Food Agric.*, 2003, 83, 1389-1402.
- [23] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1258/2011 z dnia 2 grudnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów azotanów w środkach spożywczych. *Dz. U. L* 320, ss. 15-17, z 03.12.2011.
- [24] Rutkowska G.: Wpływ czynników technologicznych na jakość mrożonek z selera naciowego. *Chłodnictwo*, 2007, 5, 64-66.

- [25] Saetan P., Usawakesmanee W., Siripongvutikorn S.: Influence of hot water blanching process on nutritional content, microstructure, antioxidant activity and phenolic profile of *Cinnamomum porrectum* herbal tea. *Functional Foods in Health and Disease*, 2016, 6 (12), 836-854.
- [26] Santamaria P.: Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.*, 2006, 86, 10-17.
- [27] Singleton L., Orthofer R., Lamuela-Raventons R.M.: Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, 1999, 299, 152-178.
- [28] Tomsone L., Kruma Z.: Influence of freezing and drying on the phenol content and antioxidant activity of horseradish and lovage. 9th Baltic Conference on Food Science and Technology "Food for Consumer Well-Being" FoodBalt Conference Proceedings. Jelgava, LLU, 2014, pp. 192-197.
- [29] Tosun B.N., Yücecan S.: Influence of commercial freezing and storage on vitamin C content of some vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2008, 43, 316-321.
- [30] Wójcik-Stopczyńska B., Czajka J., Kiedos P.: Wpływ obróbki wstępnej i zamrażania na zmiany zawartości związków odżywczych i azotanów(V) w korzeniach pietruszki. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2016, 4, 748-755.

EFFECT OF PRE-TREATMENTS ON CONTENT OF SOME SELECTED CONSTITUENTS IN FROZEN 'GEANT D'HIVER' (*SPINACIA OLERACEA* L.) SPINACH CULTIVAR

S u m m a r y

In the paper, the content was assessed of some selected components in the spinach stored under refrigerated conditions depending on blanching and cutting processes prior to freezing. In the research study, a 'Geant d'hiver' spinach cultivar was utilized; it was derived from the autumn harvest and purchased at a vegetable producer. Four variants of spinach were frozen and then stored under the refrigerated conditions (six months, at -25 °C): whole and cut (slices 3 cm of width) raw leaves and whole and cut blanched leaves (95 - 96 °C; 120 s). The raw and blanched spinach and the spinach stored 6 months under the refrigerated conditions were analyzed for the content of dry matter, crude fibre, vitamin C, total polyphenols, total chlorophyll, carotenoids and nitrates. It was proved that, compared to the raw spinach, the blanching process significantly decreased the content of dry matter (8.4 %), carotenoids (11.2 %), chlorophyll (17.0 %), vitamin C (29.2 %) and nitrates(V) (46.0 %). The content of the components in the spinach assessed 6 months after the refrigerated storage depended mostly on the blanching process whereas the way of cutting the spinach generally did not significantly impact their concentration. Compared to the non-blanched frozen spinach, in the frozen spinach made from the blanched spinach (whole and cut) significantly more bioactive components were reported: vitamin C, carotenoids, chlorophyll and more polyphenols. On the other hand, the frozen non-blanched spinach was characterized by a significantly higher content of potentially harmful nitrates(V). In relation to the composition of the raw spinach, the average losses of components in the frozen blanched spinach ranged from 5.9 % (raw fibre) to 50.4 % (nitrates(V)) and in the frozen non-blanched spinach those losses ranged from 3.5 % (nitrates(V)) to 72.3 % (vitamin C).

Key words: spinach, processing, bioactive components, nitrates(V) ☒

BARBARA CHILCZUK, MONIKA STASZOWSKA-KARKUT,
MAŁGORZATA MATERSKA, ZENIA MICHAŁOJC

**ZMIANY ZAWARTOŚCI WITAMINY C W OWOCACH
CZTERECH ODMIAN PAPRYKI – CHŁODZONYCH,
MROŻONYCH I LIOFILIZOWANYCH W ZALEŻNOŚCI OD
OKRESU PRZECHOWYWANIA**

Streszczenie

Witamina C należy do grupy egzogennych składników odżywczych, które muszą być dostarczane w codziennej diecie. Jest to związek o działaniu wielokierunkowym. Ze względu na wysoką aktywność chemiczną witamina C jest związkiem nietrwałym. Ulega szybkiej degradacji w tkankach roślinnych pod wpływem zewnętrznych czynników stresowych, do których należą m.in. zabiegi kulinarne. Z kolei jej powolny rozkład jest procesem naturalnym zachodzącym podczas przechowywania owoców i warzyw. Do warzyw zasobnych w witaminę C należy papryka, zarówno słodka, jak i ostra. Przechowywanie owoców po zbiorze, jak również sposób konserwacji przed długoterminowym przechowywaniem wpływają na zmiany zawartości tego składnika.

W pracy określono zawartość oraz trwałość witaminy C (sumy kwasu L-askorbinowego i dehydro-skorbinowego) w owocach czterech odmian papryki czerwonej. Analizowano dwie odmiany słodkie ('Aifos', 'Barbórka') oraz dwie ostre ('Cyklon', 'Cayenne'). Owoce przechowywano przez dwa tygodnie w warunkach chłodniczych jako owoce świeże, a także długoterminowo – w postaci mrożonej i liofilizowanej. Zawartość witaminy C oznaczono metodą spektrofotometryczną w reakcji z *o*-fenylenodiaminą (OPDA). Największe starty omawianego związku w owocach papryki przechowywanej w warunkach chłodniczych odnotowano w pierwszym tygodniu ich przechowywania. Wśród czterech badanych odmian największą zawartość witaminy C wykazano w ostrej papryce 'Cayenne' (470,9 mg/100 g św.m). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że stabilność witaminy C podczas przechowywania i przetwarzania owoców papryki była zmienna wśród badanych odmian. Mrożenie było najkorzystniejszym sposobem utrwalania papryki, zarówno pod względem jakościowym, jak i ekonomicznym.

Słowa kluczowe: papryka czerwona, witamina C, chłodzenie, mrożenie, liofilizacja

*Mgr B. Chilczuk, mgr M. Staszowska-Karkut, dr hab. M. Materska, Katedra Chemii, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, prof. dr hab. Z. Michałojć, Katedra Uprawy i Żywienia Roślin, Wydz. Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin.
Kontakt: barbara.chilczuk@up.lublin.pl*

Wprowadzenie

Kwas L-askorbinowy jest γ -laktonem kwasu 2,3-dehydro-L-gulonowego, zwanego również L-treo-hekso-2-enonowym. Najbardziej charakterystycznym fragmentem jego cząsteczki jest ugrupowanie endiolowe, które odpowiada za właściwości redukujące oraz charakter kwasowy. Utleniona forma kwasu L-askorbinowego (kwas L-dehydroaskorbinowy) ma taką samą aktywność jak postać zredukowana. Witamina C jest stosunkowo trwała w stanie suchym, natomiast w roztworach wodnych bardzo łatwo ulega rozkładowi, a szybkość jej degradacji zależy od pH roztworu. Największą stabilność wykazuje w środowisku o pH 4 ÷ 6 [11]. Witaminę C uważa się za najważniejszy przeciwutleniacz rozpuszczalny w wodzie, a jej funkcje biologiczne wynikają z właściwości redukujących. Może ona zapobiegać powstawaniu stresu oksydacyjnego poprzez zdolność wygaszania rodników, np. rodnika hydroksylowego i przemianę ich prekursorów, np. nadtlenu wodoru i tlenu singletowego. Organizm człowieka nie jest zdolny do syntezy witaminy C, ponieważ nie wytwarza oksydazy L-gulono- γ -laktonowej, enzymu koniecznego do powstawania kwasu askorbinowego. Najczęstszą przyczyną niedoboru witaminy C jest źle dobrana dieta. Jej niedobór prowadzi do zaburzenia homeostazy organizmu, a tym samym zwiększa ryzyko infekcji [2]. Na podstawie dostępnych badań biochemicznych, klinicznych i epidemiologicznych określono zalecane dzienne spożycie (RDA) kwasu askorbinowego w ilości 100 ÷ 120 mg/dzień. Ilość ta ma zapewnić nasycenie komórek i zmniejszyć ryzyko chorób serca, udaru mózgu i wystąpienia nowotworów [12].

Świeże owoce i warzywa stanowią bogate źródło witaminy C. Wśród nich papryka czerwona jest jednym z bogatszych jej źródeł [4]. Zawartość witaminy C zależy od odmiany, sposobu uprawy, warunków pogodowych oraz od dojrzałości owoców papryki. Jej poziom w dojrzałych owocach słodkich odmian waha się w granicach 62 ÷ 150 mg/100 g św.m. [3, 13]. Znane są jednak odmiany, w których zawartość tej witaminy dochodzi nawet do 350 mg/100 g św.m. [13]. Dodatkowo forma, w jakiej występuje witamina C w owocach papryki, jest niezwykle odporna na działanie czynników utleniających [13, 14].

Kwas askorbinowy jest nietrwały, dlatego zarówno procesy przetwórcze, jak i składowanie warzyw oraz owoców wpływają niekorzystnie na poziom tego związku w produktach. Długość czasu przechowywania a także wzrastająca temperatura powodują rozpad witaminy C [8, 9]. Jednym z najczęstszych sposobów (przemysłowych i domowych) przechowywania warzyw i owoców jest mrożenie. Stała i dostatecznie niska temperatura mrożenia może zmniejszyć degradację witaminy C, co wykazali Gonçaves i wsp. [7].

Istnieje szereg metod oznaczania witaminy C, począwszy od analizy objętościowej, poprzez metody spektrofotometryczne aż do analizy metodą HPLC. Analiza objętościowa jest jedną z najstarszych i najprostszych metod, ale ma wiele ograniczeń.

Podstawowe z nich to niska czułość oraz konieczność stosowania roztworów bezbarwnych. Analiza HPLC jest obecnie najczęściej stosowaną techniką analityczną, ale wymagania aparaturowe oraz szybka degradacja kolumn przy stosowanych układach redoks czyni ją bardzo kosztowną. W przedstawionej pracy do oznaczenia zawartości witaminy C w owocach papryki zastosowano metodę spektrofлуorymetryczną. Polega ona na utlenieniu kwasu askorbinowego do dehydroaskorbinowego i jego reakcji z *o*-fenylenodiaminą, w wyniku czego powstaje fluoryzujący kompleks [16].

Celem pracy było określenie wpływu schładzania, mrożenia i liofilizacji na zawartość witaminy C w owocach papryki czerwonej oraz ocena trwałości tego związku podczas zamrażalniczego przechowywania mrozonek i liofilizatów.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły owoce dwóch odmian papryki słodkiej: 'Aifos' i 'Barbórka' oraz dwie odmiany papryki ostrej: 'Cayenne' i 'Cyklon'. Owoce pochodziły z uprawy szklarniowej prowadzonej zgodnie z zaleceniami uprawy papryki pod osłonami w szklarni Katedry Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w latach 2014 - 2015. Owoce do badań zebrano w fazie dojrzałości zbiorczej, w pełni wybarwione na czerwono i podzielono je na trzy części. Pierwszą część zbiorów przechowywano w warunkach chłodniczych (w temp. 6 °C). Pozostałe dwie części przeznaczone do mrożenia i liofilizacji myto, osuszano oraz krojono w drobną kostkę, a następnie zamrażano w temp. -25 °C. Część mrozonek poddawano procesowi liofilizacji, którą prowadzono w aparacie Free Zone 12 (Labconco, USA). Suszenie sublimacyjne rozpoczynano w temp. -50 °C przy ciśnieniu 0,04 mbar i prowadzono przez 72 h. Zarówno próbki mrożone, jak i liofilizowane przechowywano w szczelnie zamkniętych pojemnikach w temp. -25 °C do czasu analiz.

Suchą masę oznaczano metodą suszarkową początkowo w temp. 60 °C w celu zapobieżenia krystalizacji cukrów na powierzchni próbki, a następnie w temp. 105 °C do uzyskania stałej masy.

Oznaczanie witaminy C prowadzono metodą spektrofлуorymetryczną zgodnie z Wu i wsp. [16], z modyfikacjami koniecznymi do oznaczeń próbek papryki. W doświadczeniu stosowano 3-procentowy kwas metafosforowy, 7 M HCl, 0,1 M Na₂S₂O₃, 0,005 M H₂SO₄. W celu przygotowania roztworu utleniającego rozpuszczano 1,3 g I₂ w 10 ml 40-procentowego KI, następnie dodawano 0,1 ml 7 M HCl i uzupełniano wodą destylowaną do objętości 100 ml. Odczynnik do derywatyzacji składał się z 10 mg OPDA (*o*-fenylenodiaminy) rozpuszczonej w 10 ml 0,005 M H₂SO₄. Próbkę do badań przygotowywano w następujący sposób: z 5 g surowca świeżego i mrożonego oraz 0,5 g liofilizatu przygotowywano ekstrakty. W tym celu naważki homogenizowano w 3-procentowym roztworze kwasu metafosforowego za pomocą homogenizatora DIAX 900 (Heidolph Instruments, Niemcy). Otrzymane ekstrakty przesączało przez

lejek Büchnera pod zmniejszonym ciśnieniem. Końcowa objętość ekstraktu wynosiła 50 ml. Reakcje przeprowadzano w kolbach miarowych o pojemności 100 ml, do których dodawano kolejno 2 ml badanego ekstraktu rozcieńczonego w stosunku 1 : 5 (ekstrakt : kwas metafosforowy), 0,3 ml 0,005 M roztworu jodu w jodku potasu i wytrząsano przez 1 min, następnie dodawano 0,3 ml 0,01 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Doprowadzano pH próbek do ok. 6,0, dodając 0,3 ml 2 M NaOH i przeprowadzano derywatyzację przez dodanie po 0,3 ml roztworu OPDA. Roztwory wytrząsano przez 30 min. Pomiarów wykonywano w spektrofotometrycznej Varian Cary Eclipse (Agilent, USA) przy długości fali wzbudzenia $\lambda = 365$ nm i długości fali emisji $\lambda = 425$ nm.

Walidację metody spektrofotometrycznej do ilościowego oznaczania witaminy C przeprowadzano z użyciem wzorca kwasu L-askobinowego. W tym celu przygotowano roztwór startowy wzorca o stężeniu 0,1 mg/ml w kwasie metafosforowym. Z roztworu startowego przygotowano serię rozcieńczeń w zakresie stężeń 0,004 ÷ 0,1 mg/ml. Następnie wykonano oznaczenia zgodnie z opisaną wyżej procedurą. Na podstawie wielkości fluorescencji (y) badanych stężeń wzorca (x) wykreślono krzywą kalibracyjną $y = f(x)$. Zakres stężeń wzorca, przy którym krzywa miała charakter liniowy określono na podstawie wartości R^2 , która była co najmniej rzędu 0,999. Limit detekcji (LOD) oraz granicę oznaczalności (LOQ) obliczano na podstawie parametrów krzywej kalibracyjnej otrzymanej w warunkach prowadzonych analiz. Wartości zakresu liniowości oraz równanie krzywej przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Parametry walidacyjne metody spektrofotometrycznej do oznaczania witaminy C

Table 1. Validation parameters of spectrophotometric method for determining content of vitamin C

Zakres stężeń Concentration range [mg/ml]	Równanie regresji liniowej Linear regression equation	R^2	LOD [mg/ml]	LOQ [mg/ml]
0,1 - 0,01	$y = 1587,2x - 4,9636$	0,9998	0,004	0,013

Zawartość witaminy C w analizowanych próbkach przeliczano na 100 g świeżej masy (św.m.) na podstawie równania:

$$Z = \frac{A \cdot B \cdot C \cdot 100}{D \cdot E}$$

gdzie:

Z – zawartość witaminy C [mg/100 g św.m.],

A – odczyt z równania krzywej wzorcowej [mg/100 ml],

B – objętość ekstraktu z papryki [ml],

C – objętość mieszaniny reakcyjnej [ml],

D – naważka papryki [g],

E – objętość ekstraktu pobrana do analizy [ml].

Badania prowadzono przez 27 tygodni od zbioru. W świeżych owocach pomiary wykonywano: w dniu zbioru (T0), po upływie 1 tygodnia (T1) oraz 2 tygodni (T2) przechowywania całych owoców w warunkach chłodniczych w temp. 6 °C. W owocach mrożonych fluorescencję mierzono po upływie 1, 2, 7, 17 oraz 27 tygodni od zbioru. Analizę owoców liofilizowanych przeprowadzano po 2 tygodniach, a następnie tak jak w przypadku próbek mrożonych.

Wyniki przedstawione jako wartości średnie z trzech powtórzeń poddano analizie statystycznej. Istotność różnic między wartościami średnimi określono za pomocą testu Tukeya przy $p < 0,05$. Analizę wykonano w programie Statgraphic Centurion XVI.

Wyniki i dyskusja

Analizowane odmiany papryki różniły się cechami morfologicznymi, ostrością oraz zawartością suchej masy. Odmiany słodkie miały większe owoce i zawierały więcej wody. Odmiany ostre miały mniejsze owoce, które cechowały się większą zawartością suchej masy. Charakterystykę badanych odmian papryki przedstawiono w tab. 2.

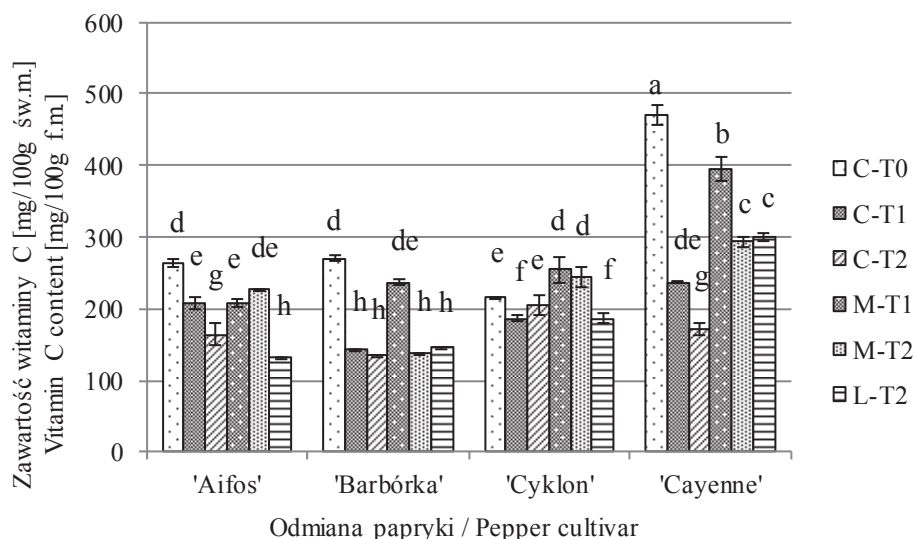
Tabela 2. Charakterystyka owoców badanych odmian papryki

Table 2. Traits of the fruits of the analysed pepper cultivars

Odmiana papryki Pepper cultivar	Sucha masa Dry matter [%]	Długość owocu Fruit length [cm]	Średnica owocu Fruit diameter [cm]	Masa owocu Fruit weight [g]
Słodka / Sweet:				
‘Aifos’	$7,2 \pm 0,58$	$8,1 \pm 0,67$	$8,4 \pm 0,56$	$162,3 \pm 1,21$
‘Barbórka’	$8,7 \pm 0,06$	$9,6 \pm 0,52$	$7,1 \pm 0,58$	$112,6 \pm 1,15$
Ostra / Hot:				
‘Cyklon’	$12,5 \pm 0,11$	$9,4 \pm 0,55$	$3,4 \pm 0,41$	$14,7 \pm 0,67$
‘Cayenne’	$28,8 \pm 0,91$	$10,64 \pm 0,98$	$1,0 \pm 0,19$	$4,9 \pm 0,48$

Po porównaniu zawartości witaminy C w badanych odmianach papryki stwierdzono, że najwięcej było jej w odmianie ostrej ‘Cayenne’. W pozostałych analizowanych odmianach zawartość omawianego związku była na zbliżonym poziomie (rys. 1). Z badań własnych wynika, że zawartość kwasu askorbinowego zależała od rodzaju papryki, co jest potwierdzeniem wcześniejszych badań Surmy-Zadory i wsp. [15]. Golcz i Kozik [6] wykazali, że zawartość witaminy C w słodkiej odmianie papryki czerwonej wahała się w zakresie $244 \div 316$ mg/100 g św. m., a w odmianie ostrej – $358 \div 457$ mg/100 g św.m.

Przechowywanie całych owoców papryki w warunkach chłodniczych skutkowało zmniejszeniem zawartości witaminy C, a dynamika zmian była największa w pierwszym tygodniu od zbioru i zależała od wyjściowej zawartości tego związku (rys. 1).



Objaśnienia / Explanatory notes:

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

Rys. 1. Zawartość witaminy C w czterech odmianach papryki: w dniu zbioru (T0), po jednym tygodniu (T1) i po dwóch tygodniach (T2) przechowywania chłodniczego owoców całych (C) oraz przechowywania zamrażalniczego owoców mrożonych (M) i liofilizowanych (L)

Fig. 1. Content of vitamin C in four varieties of red pepper on day of collection (T0), after one (T1) and two weeks (T2) of cold storage of whole fruit (C) and of freezing storage of frozen (M) and freeze-dried (L) fruits

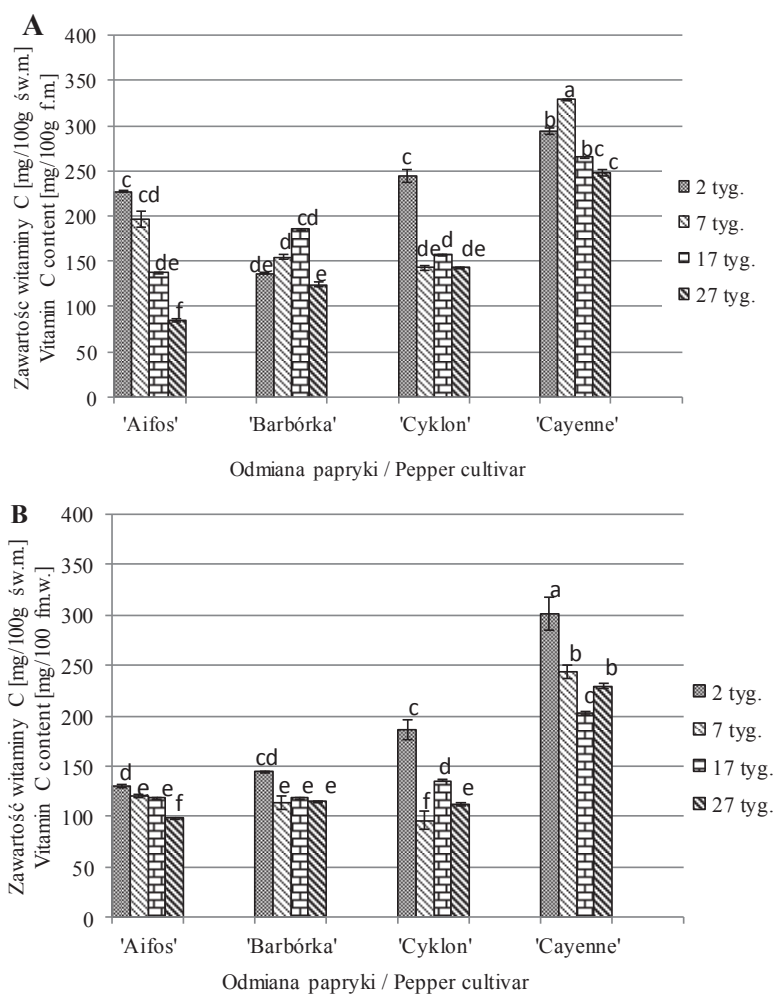
W owocach odmiany 'Cayenne', zawierającej najwięcej witaminy C, zaobserwowano największe jej straty, które po jednym tygodniu przechowywania dochodziły do 50 %. W odmianie 'Cyklon', charakteryzującej się najmniejszą zawartością tego związku, odnotowano najmniejsze straty, które wynosiły ponad 14 % (rys. 1). W drugim tygodniu przechowywania następowała dalsza degradacja witaminy C, ale zmiany te były mniej dynamiczne. Dodatkowo w omawianym okresie przechowywania wystąpił nieznaczny wzrost zawartości witaminy C w owocach odmiany 'Cyklon' (rys. 1). Podobnie Andrade Cui i wsp. [1] w badaniach prowadzonych nad wpływem przechowywania papryki w warunkach chłodniczych na jej właściwości przeciwutleniające oraz zawartość witaminy C odnotowali tendencję wzrostową zawartości witaminy C. Tłumaczyli to tym, że uszkodzone tkanki zwiększyły produkcję kwasu askorbinowego w celach ochronnych komórek pomimo niskiej temperatury.

W owocach papryki, jak w każdej tkance roślinnej, zachodzi wiele procesów biochemicznych związanych m.in. z oddychaniem komórkowym czy też z odpowiedzią na stres temperaturowy lub związanych z apoptozą komórek. Procesy te mogą wpływać bezpośrednio lub pośrednio, zarówno na syntezę, jak i degradację witaminy C w komórkach. W przedstawionych badaniach przechowywano nieuszkodzone owoce papryki, zatem wzmożona synteza witaminy C może być wynikiem stresu temperaturowego oraz związanego z oddzieleniem owocu od rośliny. Degradacja witaminy C może zachodzić na skutek reakcji tego związku z wolnymi rodnikami uwalnianymi w komórkach pod wpływem czynników stresowych [3]. Zaobserwowany wzrost zawartości witaminy C w owocach odmiany 'Cyklon' można tłumaczyć tym, że wypadkowa syntezy i degradacji witaminy C była w nich dodatnia.

Analizy wpływu procesu mrożenia oraz liofilizacji na trwałość witaminy C można dokonać na podstawie wyników uzyskanych po dwóch tygodniach od zbioru (rys. 1). W tym przypadku w owocach wszystkich odmian odnotowano większą trwałość omawianego związku w próbkach mrożonych w porównaniu z przechowywanymi w całości w warunkach chłodniczych. Dodatkowo w przypadku odmiany 'Cyklon' stwierdzono większą zawartość omawianego związku w owocach mrożonych w porównaniu ze świeżymi w dniu zbioru (rys. 1). W temperaturze poniżej 0 °C wstrzymana zostaje aktywność enzymów prowadzących do degradacji witaminy C, a skład chemiczny tkanek jest niezmienny, co może tłumaczyć uzyskane wyniki. Ponadto wzmożona synteza witaminy C może być odpowiedzią układu na stres temperaturowy. Podobnie stymulujący wpływ mrożenia na syntezę witaminy C wykazali w mrożonych malinach Ancos i wsp. [5].

Proces liofilizacji związany jest z usunięciem wody z tkanek, a poprzedza go uprzednie zamrożenie próbki. Z tego względu na zmiany zawartości analizowanego składnika nakładają się trzy elementy: zamrażanie, liofilizacja oraz przechowywanie liofilizatów. Na podstawie wyników badań własnych stwierdzono, że liofilizacja owoców była najmniej korzystna w przypadku papryki odmiany 'Aifos', która charakteryzowała się dużą zawartością wody (tab. 2). W liofilizowanych owocach tej odmiany, w drugim tygodniu po zbiorze, odnotowano największy ubytek witaminy C w porównaniu z zawartością tego związku w całych owocach papryki przechowywanych chłodniczo przez dwa tygodnie (rys. 1). Z kolei w drugiej słodkiej odmianie papryki ('Barbórka'), która charakteryzowała się porównywalną zawartością wody w owocach, nie stwierdzono negatywnego wpływu procesu liofilizacji na poziom witaminy C w tkankach. W odmianie tej w drugim tygodniu od zbioru stwierdzono porównywalne zawartości witaminy C, zarówno w owocach chłodzonych w całości, jak też mrożonych i liofilizowanych (rys. 1). Można zatem stwierdzić, że w zależności od odmiany trwałość witaminy C w procesach utrwalania papryki jest zmienna i nie zależy od zawartości wody w owocach. Martinez i wsp. [10] po przeanalizowaniu wpływu prze-

chowywania, mrożenia i liofilizacji owoców jednej odmiany papryki słodkiej zebranej w kilku fazach dojrzałości stwierdzili, że przechowywanie owoców w pełnej dojrzałości, do 20 dni w warunkach chłodniczych, skutkowało zmniejszeniem zawartości witaminy C o ok. 15 %. Jednocześnie ci sami autorzy nie wykazali ujemnego wpływu procesu liofilizacji na poziom zawartości omawianego związku. Wyniki badań własnych dotyczące papryki odmiany 'Cyklon' i 'Barbórka' są zbliżone do rezultatów wymienionych autorów.



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

Rys. 2. Zmiany zawartości witaminy C w owocach papryki mrożonej (A) i liofilizowanej (B) w trakcie przechowywania

Fig. 2. Changes in content of vitamin C in fruit of frozen (A) and freeze-dried (B) red pepper during storage

Papryka w postaci mrożonek czy też liofilizatów może być przechowywana przez kilkadziesiąt dni, co niewątpliwie wpływa na zmiany jej składu chemicznego. Z tego względu kolejnym etapem badań było określenie trwałości witaminy C w dłuższym okresie przechowywania, który wynosił 27 tygodni od zbioru, czyli 189 dni.

Na rys. 2. przedstawiono zmiany zawartości witaminy C w mrożonych (rys. 2A) oraz liofilizowanych (rys. 2B) owocach papryki począwszy od 2 do 27 tygodni od zbioru. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że witamina C występująca w papryce charakteryzowała się wysoką trwałością w badanym okresie przechowywania. W zależności jednak od odmiany zaobserwowano różną dynamikę zmian jej zawartości w owocach mrożonych oraz liofilizowanych. Odmiana 'Aifos' charakteryzowała się większą stabilnością tego związku w owocach liofilizowanych i tym samym większą jego zawartością po 27 tygodniach przechowywania niż w przypadku mrożonek (rys. 2). Z kolei w pozostałych badanych odmianach papryki większą trwałość witaminy C po 27 tygodniach przechowywania odnotowano w przypadku mrożonek. W papryce odmiany 'Cayenne' największą zawartość witaminy C oznaczono w końcowym terminie badań niezależnie od sposobu utrwalenia próbek.

Podsumowując, można stwierdzić, że badane odmiany papryki charakteryzowały się zmienną trwałością witaminy C w analizowanym okresie przechowywania. Ze względu na bogaty skład chemiczny owoców papryki nie można jednoznacznie powiązać trwałości badanego związku z jednym elementem, takim jak zawartość wody, ostrość, barwa itp. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że jedynie w przypadku jednej odmiany korzystniejszą formą utrwalania owoców, pod względem trwałości witaminy C podczas przechowywania, była liofilizacja. Zatem uwzględniając wysoki koszt procesu liofilizacji uzasadnione jest stwierdzenie, że mrożenie papryki jest korzystniejsze zarówno pod względem jakościowym jak i ekonomicznym.

Wnioski

1. Zawartość witaminy C w badanych odmianach papryki była zróżnicowana, a więcej badanego związku występowało w owocach odmiany 'Cayenne'.
2. Największy ubytek witaminy C stwierdzono w pierwszym tygodniu od zbioru we wszystkich badanych odmianach papryki.
3. Długoterminowe przechowywanie mrożonych owoców papryki jest korzystniejsze pod względem zachowania zawartości witaminy C niż przechowywanie w postaci liofilizowanej.

Literatura

- [1] Andrade Cuvi M.J., Vicente A.R., Concellón A., Chaves A.R.: Changes in red pepper antioxidants as affected by UV-C treatments and storage at chilling temperatures. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2011, 44 (7), 1666-1671.
- [2] Daud Z.A.M., Ismail A., Sarmadi B.: Ascorbic Acid: Physiology and Health Effects. In: *Encyclopedia of Food and Health*. Eds. B. Caballero, P. Finglas, F. Toldra. Academic Press, Fargo, North Dakota, 2016, pp. 266-274.
- [3] Davey M.W., Montagu M.V., Inze D., Sanmartin M., Kanellis A., Smirnoff N., Benzie I.J.J., Strain J.J., Favell D., Fletcher J.: Review: Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, 80, 825-860.
- [4] Da Silveira Agostini-Costa T., da Silva Gomes I., de Melo L.A.M.P., Reifschneider F.J.B., Da Costa Ribeiro C.S.: Carotenoid and total vitamin C content of peppers from selected Brazilian cultivars. *J. Food Com. Anal.*, 2017, 57, 73-79.
- [5] De Ancos B., Gonzalez E.M., Cano M.P.: Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, 48, 4565-4570.
- [6] Golcz A., Kozik E.: Effect of several agrotechnical factors on vitamin C content in pepper (*Capsicum annuum* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Rocz. AR w Poznaniu*, 2004, CCCLVI, pp.67-74.
- [7] Gonçalves E.M., Abreu M., Brandão T.R.S., Silva C.L.M.: Degradation kinetics of colour, vitamin C and drip loss in frozen broccoli (*Brassica oleracea* L. ssp. *Italica*) during storage at isothermal and non-isothermal conditions. *Int. J. Refr.*, 2011, 34, 2136-2144.
- [8] Herbig A.L., Renard M.G.C.: Factors that impact the stability of vitamin C at intermediate temperatures in a food matrix. *Food Chem.*, 2017, 220, 444-451.
- [9] Klimczak I., Małecka M., Szlachta M., Gliszczyńska-Świgło A.: Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *J. Food Comp. Anal.*, 2007, 20, 313-322.
- [10] Martinez S., Lopez M., Gonzalez-Raurich M., Bernardo Alvarez A.: The effects of ripening stage and processing systems on vitamin C content in sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2005, 56 (1), 45-51.
- [11] Moszczyński P., Pyć R.: *Biochemia witamin. Część II. Witaminy lipofilne i kwas askorbinowy*. Wyd. Nauk. PWN, Łódź 1999.
- [12] Naidu K.A.: Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. *J. Nutr.*, 2003, 2, 7-16.
- [13] Palevitch D., Craker L.E.: Nutritional and medicinal importance of red pepper (*Capsicum* spp.). *J. Herbs Spices Med. Plants*, 1995, 3, 55-83.
- [14] Perucka I., Materska M.: Antioxidant vitamin contents of *Capsicum annuum* fruit extracts as affected by processing and varietal factors. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2007, 6 (4), 67-74.
- [15] Surma-Zadora M., Cieślak E., Grzych-Tuleja E., Bodzioch A.: Próba znalezienia współzależności pomiędzy zawartością witaminy C a barwą papryki. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2011, XLIV, 1, 17-24.
- [16] Wu X., Diao Y., Sun C.H., Yang J., Wang Y., Sun S.: Fluorimetric determination of ascorbic acid with o-phenylenediamine. *Talanta*, 2003, 1, (42), 95-99.

**CHANGES IN CONTENT OF VITAMIN C IN REFRIGERATED, FROZEN
AND LYOPHILIZED FRUITS OF FOUR VARIETIES OF PEPPER DEPENDING
ON STORAGE PERIOD**

S u m m a r y

Vitamin C belongs to a group of exogenous nutritional components that must be supplied in the daily diet. It is a compound showing multidirectional actions. Vitamin C is an unstable compound owing to its high chemical activity. It degrades rapidly in plant tissues owing to the impact of external stress factors, including, among inter alia, culinary treatments. On the other hand, its slow decomposition is a natural process that occurs during storage of fruits and vegetables. Sweet and spicy peppers are vegetables rich in vitamin C. Storing fruits after harvest and the method of preserving them prior to a long-term storage affect changes in the concentration of that ingredient.

In the research study, there were determined the content and the durability of vitamin C (sum of L-ascorbic acid and dehydroascorbic acid) in the fruits of four varieties of red pepper. Two sweet ('Aifos', 'Barbórka') and two spicy ('Cyklon', 'Cayenne') varieties were analysed. The fruits were stored as fresh fruit under the refrigeration conditions for two weeks and also in the long term as frozen and lyophilized fruit. The content of vitamin C was determined by an aspectro-fluorimetric method in a reaction with o-phenylenediamine (OPDA). The highest losses of the compound analysed were recorded in the fruit of peppers stored under the refrigeration conditions in the first week of its storage. Of the four varieties studied, in the 'Cayenne' hot variety was recorded the highest concentration of vitamin C (470.9 mg/100 g f.m.). Based on the results obtained it was found that in the pepper varieties analysed the stability of vitamin C varied during storage and processing of pepper fruits. Freezing was the most beneficial method to preserve peppers both in quality and economic terms.

Key words: red peppers, vitamin C, refrigeration, freezing, lyophilisation ☒

PIOTR ZARZYCKI, EMILIA SYKUT-DOMAŃSKA, ALDONA SOBOTA,
ANNA WIRKIJOWSKA

EFFECT OF WHOLEMEAL OAT FLOUR STORAGE ON CONTENT OF DIETARY FIBRE AND RHEOLOGICAL PROPERTIES

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the effect of wholemeal oat flour storage on changes in a content of total (TDF), soluble (SDF), and insoluble (IDF) dietary fibre and in rheological properties of wholemeal oat flour. The analysis included the flours milled from naked oat grain in a laboratory. Those oat flours were stored for 3 months at temperatures of 20 °C, 4 °C and -20 °C. The apparent viscosity (initial, maximal, final, setback) was determined in 5 % (w/w) water-based suspensions. Regardless of the storage temperature, an increase was reported in the content of IDF as was a decrease in the content of SDF during the 3-month period of storing flour. The widest range of changes in the individual dietary fibre fractions was reported during storage at 20 °C. The changes in the rheological properties depended on the time and temperature of oat flour storage. The largest changes were reported in the case of the setback value during storage at 20 °C and 4 °C. The smallest range of changes in all the rheological properties was found in the flours stored at -20 °C. During the 3-month period of storing flour the range of changes in the rheological properties was inconsiderable and it did not depend on the contents of individual dietary fibre fractions, therefore it should not have any significant effect on the changes in the technological properties of flours. No unequivocal dependences were reported between the changes in the content of dietary fibre fractions and the rheological properties. During the entire 3-month storage period, the smallest changes occurred in the dietary fibre composition and rheological properties of oat flour during storage at the -20 °C temperature.

Key words: dietary fibre, oat flour, storage, rheological properties

Introduction

Owing to their high content of dietary fibre, mainly soluble fraction (SDF), oat products are commonly classified as food with highly beneficial physiological proper-

Dr inż. P. Zarzycki, dr inż. E. Sykut-Domańska, dr hab. A. Sobota, prof. UP, dr inż. A. Wirkijowska, Zakład Inżynierii i Technologii Zbóż, Katedra Technologii Surowców Pochodzenia Roślinnego i Gastronomii, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin. Kontakt: emilia.sykut-domanska@up.lublin.pl

ties [10, 14]. SDF stabilizes the level of glucose and contributes to the lowering of total cholesterol, cholesterol of low-density lipoprotein, cholesterol of very-low-density lipoprotein, and to the increase of cholesterol of high-density lipoprotein [2]. The primary mechanism responsible for this kind of physiological effect generated by SDF is its ability to increase the viscosity of the gastric content [8].

More and more often in the food production there are used flours with an increased content of dietary fibre. Research studies on the biochemical activity during storage and the impact of the fibre on the rheological properties of flour appear valuable for the food science. The research study on the changes in the viscosity during heating and, next, during cooling of gruels enables to determine swelling and grueling, shear strength and retrogradation [15]. The viscosity of oat flour pastes is determined by starch, β -glucans, lipids and protein [6].

During storage flour undergoes physical, chemical and biological processes, which can lead to changes in the content of dietary fibre and pasting properties. Antonini et al. [4] reported the increase in the β -glucan content during storage (12 months) of oat grain, possibly as a consequence of structural changes, which led to an increased extractability and solubility of β -glucan. Different results are presented by Åman et al. [3]. In the initial period of storage (0 - 6 month) significant decreases in the total and soluble mixed-linked β -glucan contents were found, probably as a result of the enzymatic activity (β -glucanase) and the fragmentation of the β -glucan into smaller polymers, which, however, were not detected. During the remaining storage time (6 - 12 month) the contents of total mixed-linked β -glucan remained constant; this indicates no activity of the endogenous mixed-linked β -glucan degrading enzymes. Also Rakić et al. [13] reported a decrease in the β -glucan concentration during storage of oat grain. As regards pasting properties of flour, Brandolini et al. [7] reported a higher viscosity of flour gruels after storage compared to that of gruels from “fresh” flour.

In the reference data from the previous studies, there is a lack of information on the changes occurring in the dietary fibre fraction during storage of oat flour (at different temperatures) in relation to its pasting properties. Therefore a research study was undertaken to determine the effects of duration period (1, 2 and 3 months) and temperature (20 °C, 4 °C and -20 °C) of storage on the dietary fibre composition and pasting properties of wholemeal oat flour.

Material and methods

The experimental material consisted of wholemeal oat flours milled from 3 cultivars of naked oat grains (‘Cacko’, ‘Siwek’, ‘Amant’ from a plant breeding experimental station in Strzelce, Poland, 2016) in a laboratory (with the use of a Roller grinder type SK, Research Institute of the Bakery Industry, Poland). The oat flours were stored in glass containers at three different temperatures: -20 °C, 4 °C and 20 °C,

for 0, 1, 2 and 3 months. The flour samples were produced and stored in duplicate. The control sample consisted of oat flour produced from three varieties of oat; this sample was not stored. The selection of oat varieties was made based on the content of dietary fibre therein. There were selected varieties with a similar content of total dietary fibre (TDF) and a different content of soluble (SDF) and insoluble fraction (IDF). The selection of oat varieties was made based on the pilot studies on 18 oat varieties.

The content of TDF, SDF and IDF was determined according to AOAC, 991.43 and AACC Method 32-07.01 [1, 5] in 3 replications for each flour.

The apparent viscosity of 5 % (w/w) suspensions of wholemeal oat flours in distilled water was determined immediately after milling (reference value), and after 1, 2 and 3 months of storage, according to Zarzycki and Sobota [15]. A rotary rheometer RM 180 (Mettler-Toledo AG, Switzerland, software RSI Orchestrator, ver. V6.5.8.), with coaxial cylinders without the bottom cylinder guard (shear rate of 1200 s^{-1}), was utilized. The suspensions (300 ml) were heated in a laboratory shaker (Elpin type 357, “Elpin Plus” s.c., Lubawa, Poland, amplitude: 3, frequency: 200 revs/min) at a temperature ranging from 25 to 95 °C; next they were kept at 95 °C for 20 min, cooled to 50 °C and kept for 30 min. A constant temperature gradient of 1 °C/min was maintained during the heating and cooling processes. When the viscosity measuring agitation was stopped, the cylinders were immersed in the suspension and five consecutive readings were taken every 10 seconds. The measurements were made in 3 replications for each sample. The measurement of apparent viscosity included the initial viscosity at 25 °C, maximum viscosity while heating, final viscosity at 50 °C, final viscosity after 30 min, and the setback.

The results were subjected to a statistical analysis (SAS ver. 9.2). The following was determined: mean values, standard deviations and the significance of differences between mean values (Duncan test, $p \leq 0.05$). Additionally the correlation (Pearson, $p \leq 0.05$) was determined between the pasting properties of wholemeal oat flour and the dietary fibre fractions.

Results and discussion

The cultivar genotype of oat determines the dietary fibre composition and the pasting properties. As shown in the study, the response of individual oat cultivars to storage conditions can be reverse. For comparative purposes, the results obtained for individual oat varieties were given and the average values of the oat varieties investigated were calculated. Regardless of the storage temperature, an increase in the IDF and a decrease in the SDF were reported (Tab. 1).

Table 1. Dietary fibre fractional composition of wholemeal oat flour during storage at different temperatures

Tabela 1. Skład frakcyjny błonnika pokarmowego pełnoziarnowej mąki owsianej przechowywanej w różnej temperaturze

Storage temperature Temperatura przechowywania [°C]	Storage period [month] Czas przechowywania [miesiąc]	Oat cultivar / Odmiana owsa			
		‘Cacko’	‘Siwek’	‘Amant’	$\bar{X}$ **
TDF – Total dietary fibre [% d.m.] / TDF – Błonnik pokarmowy całkowity [% s.m.]					
-	0*	17.7 ^{bc} ± 0.2	17.40 ^d ± 0.10	17.00 ^f ± 0.10	17.4 ^b ± 0.3
20	1	17.4 ^c ± 0.5	15.6 ^e ± 0.2	18.7 ^{cd} ± 0.4	17.3 ^b ± 1.4
	2	18.0 ^{bc} ± 0.7	18.3 ^c ± 0.3	23.9 ^a ± 0.9	20.1 ^a ± 3.0
	3	19.9 ^a ± 0.2	19.30 ^{ba} ± 0.10	22.1 ^b ± 0.2	20.4 ^a ± 1.3
4	1	18.8 ^{ba} ± 0.4	19.0 ^b ± 0.3	19.6 ^{cd} ± 0.2	19.2 ^a ± 0.4
	2	17.80 ^{bc} ± 0.11	19.2 ^{ba} ± 0.5	20.9 ^{cb} ± 0.2	19.3 ^a ± 1.4
	3	18.5 ^{bc} ± 1.0	18.8 ^{bc} ± 0.4	20.3 ^c ± 0.5	19.2 ^a ± 1.0
-20	1	17.5 ^c ± 0.2	17.0 ^d ± 0.2	17.9 ^{ef} ± 0.3	17.5 ^b ± 0.4
	2	17.60 ^{bc} ± 0.12	19.7 ^a ± 0.2	20.6 ^{cb} ± 1.0	19.3 ^a ± 1.4
	3	15.5 ^d ± 0.6	15.7 ^e ± 0.4	17.6 ^{ef} ± 1.3	16.3 ^b ± 1.2
SDF – Soluble dietary fibre [% d.m.] / SDF – Błonnik pokarmowy rozpuszczalny [% s.m.]					
-	0*	4.90 ^a ± 0.02	6.30 ^a ± 0.03	5.70 ^a ± 0.02	5.7 ^a ± 0.7
20	1	4.00 ^{bc} ± 0.10	4.50 ^{cd} ± 0.12	4.6 ^b ± 0.4	4.4 ^b ± 0.4
	2	4.20 ^{ba} ± 0.11	4.4 ^{cd} ± 0.5	4.40 ^{cb} ± 0.13	4.3 ^b ± 0.3
	3	3.8 ^{bc} ± 0.3	4.70 ^{cb} ± 0.10	3.60 ^d ± 0.02	4.0 ^{cb} ± 0.5
4	1	4.0 ^{bc} ± 0.5	5.2 ^b ± 0.4	4.70 ^b ± 0.11	4.7 ^b ± 0.6
	2	4.2 ^{ba} ± 0.6	4.7 ^{cb} ± 0.4	4.10 ^{cd} ± 0.12	4.3 ^b ± 0.5
	3	4.0 ^{bc} ± 0.5	5.0 ^{cb} ± 0.2	4.60 ^b ± 0.02	4.5 ^b ± 0.5
-20	1	4.11 ^{bac} ± 0.10	5.0 ^{cb} ± 0.2	4.6 ^b ± 0.2	4.6 ^b ± 0.4
	2	2.9 ^d ± 0.2	3.91 ^d ± 0.11	3.71 ^d ± 0.13	3.5 ^c ± 0.5
	3	3.3 ^{dc} ± 0.2	4.4 ^{cd} ± 0.3	4.3 ^{cb} ± 0.4	4.0 ^{cb} ± 0.6
IDF – Insoluble dietary fibre [% d.m.] / IDF – Błonnik pokarmowy nierozpuszczalny [% s.m.]					
-	0*	12.8 ^{cd} ± 0.2	11.10 ^c ± 0.10	11.31 ^f ± 0.12	11.7 ^c ± 0.9
20	1	13.4 ^{bcd} ± 0.4	11.10 ^c ± 0.10	14.1 ^{cd} ± 0.02	12.9 ^{bc} ± 1.4
	2	13.8 ^{bc} ± 0.8	13.9 ^b ± 0.8	19.4 ^a ± 0.9	15.7 ^a ± 2.9
	3	16.1 ^a ± 0.6	14.6 ^b ± 0.2	18.51 ^a ± 0.12	16.4 ^a ± 1.8
4	1	14.8 ^{ba} ± 0.9	13.8 ^b ± 0.6	14.9 ^{cd} ± 0.2	14.5 ^{ba} ± 0.8
	2	13.6 ^{bc} ± 0.5	14.5 ^b ± 0.9	16.8 ^b ± 0.1	15.0 ^a ± 1.6
	3	14.5 ^b ± 0.5	13.8 ^b ± 0.7	15.7 ^{cb} ± 0.5	14.7 ^{ba} ± 1.0
-20	1	13.4b ^{cd} ± 0.3	12.1 ^c ± 0.1	13.2 ^e ± 0.5	12.9 ^{bc} ± 0.7
	2	14.70 ^b ± 0.12	15.80 ^a ± 0.02	17.0 ^b ± 0.9	15.8 ^a ± 1.1
	3	12.1 ^d ± 0.8	11.40 ^c ± 0.14	13.3 ^e ± 0.9	12.3 ^c ± 1.0

Explanatory notes / objaśnienia:

* – non-stored flour (control sample) / mąka nieprzechowywana (próba kontrolna), $\bar{X}^{**}$ – mean value of 3 oat cultivars: ‘Cacko’, ‘Siwek’, ‘Amant’ / wartość średnia z trzech odmian owsa: ‘Cacko’, ‘Siwek’, ‘Amant’; d.m. – dry mater / s.m. – sucha masa. Table shows mean values ± standard deviation / W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenie standardowe; n = 3, a, b, c – mean values in columns and denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$) / wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różną się statystycznie istotnie ($p \leq 0.05$).

The largest range of changes was reported during storage at 20 °C. During the 3-month storage a 40 % increase (average of 3 oat cultivars) in the IDF was reported, a 17 % increase in the TDF and a 30 % decrease in the SDF. The highest changes in the dietary fibre compositions (20 °C) were found in 'Amant' (TDF: 30 % increase; SDF: 37 % decrease; IDF: 64 % increase) and the lowest changes were found in 'Cacko' (TDF: 12 % increase; SDF: 22 % decrease; IDF: 26 % increase). An increase in the content of TDF, IDF and a decrease in the content of SDF were also reported as regards the storage at 4 °C; the average values were 10 %, 26 % and 21 %, respectively. With reference to IDF and TDF, the lowest range of changes: 5 % and 6 % on average, respectively, were reported during storage at -20 °C. Unlike the previous storage parameter (20 °C), a decrease in TDF was found. In the case of SDF, the range of changes (30 % decrease) was similar to that found during storage at 20 °C. This fact indicated that the decrease reported in TDF at -20 °C was a consequence of lower changes in IDF.

The decrease in the SDF content in oat flour during storage confirms the result received by Åman et al. [3] and Rakić et al. [13]. This could be a result of the enzymatic depolymerisation of (1,3)(1,4)- β -D-glucans, which are the main components of SDF in oat [9]. The differences in the range of change in SDF during storage at different temperatures can be associated with the variability in the β -glucanase activity. The increase in IDF was probably caused by the decreasing availability of starch to enzyme hydrolysis on account of structural associations of amylose with other components such as lipids. The amylose molecules present in the oat starch are relatively short and they can easily form complexes with the lipids [6]. The oat flour lipid hydrolysis started immediately after milling [11]; it promoted the formation of amylose-free fatty acid complex.

The pasting properties of wholemeal oat flours are shown in Tab. 2 - 4. The viscosity profiles were similar for all the samples, with a hot paste viscosity at (or close to) 95 °C, a slight thinning phenomenon during the plateau at 95 °C and an increase in the viscosity during cooling. The final viscosity was higher than the hot paste viscosity. During the cooling phase, complexes between the amylose and free fatty acids are formed, thus decreasing the amylose solubility and increasing the apparent viscosity of the paste [12]. The setback indicates the retrogradation ability, so this result may confirm the reduced ability of oat starch to retrograde. The highly branched amylopectin of oats starch is more active in the formation of the hot gel structure. Such a structure is less susceptible for retrogradation during cooling than that of the linear starch glucans [6].

Table 2. Apparent viscosity [mPa·s] of 5 % gruels of wholemeal oat flour stored at 20 °C

Tabela 2. Lepkość pozorna [mPa·s] 5-procentowych zawiesin pełnoziarnowej mąki owsianej przechowywanej w temp. 20 °C

Storage period [month] Czas składowania [miesiąc]	Apparent viscosity Lepkość pozorna [mPa·s]	Oat cultivar / Odmiana owsa			
		‘Cacko’	‘Siwek’	‘Amant’	$\bar{X}^{**}$
0*	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	7.3 ^e ± 0.2	7.5 ^h ± 0.1	7.5 ^j ± 0.1	7.4 ^{ba} ± 0.2
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	28.2 ^c ± 0.8	32.4 ^e ± 1.1	27.1 ^f ± 0.7	29 ^b ± 3
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	35.2 ^b ± 0.8	43.2 ^{bdc} ± 1.3	39.9 ^{edc} ± 0.9	39.4 ^{ed} ± 4.0
	After 30 min / Po 30 min	35.2 ^b ± 1.6	41.9 ^d ± 1.2	39.5 ^{ed} ± 0.3	39 ^b ± 3
	Setback	7.4 ^e ± 1.3	11.7 ^g ± 3.4	12.9 ^{hi} ± 0.2	10.7 ^{ba} ± 3.0
1	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	7.6 ^e ± 0.1	7.8 ^h ± 0.3	7.5 ^j ± 0.1	7.6 ^a ± 0.4
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	20.5 ^d ± 1.7	22.4 ^f ± 1.4	15.6 ^{hg} ± 1.1	19 ^c ± 3
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	40.3 ^a ± 3.7	46b ^{ac} ± 1.1	45.7 ^a ± 0.5	44 ^a ± 3
	Final after 30 min Końcowa po 30 min	39.7 ^a ± 4.3	46.2 ^{ba} ± 1.7	44.1 ^{ba} ± 0.1	43 ^a ± 4
	Setback	10.2 ^e ± 2.9	14.2 ^g ± 0.1	16.1 ^g ± 0.8	13 ^a ± 3
2	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	7.3 ^e ± 0.2	7.4 ^h ± 0.4	7.4 ^j ± 0.3	7.4 ^b ± 0.3
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	29.2 ^c ± 0.1	31.3 ^e ± 1.2	28.7 ^f ± 0.1	30 ^b ± 1
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	41.2 ^a ± 1.8	45 ^{bdc} ± 2	43.4 ^{ba} ± 0.5	43 ^a ± 2
	Final after 30 min Końcowa po 30 min	40.2 ^a ± 1.8	45 ^{bdc} ± 3	42.9 ^{bac} ± 0.5	43 ^a ± 3
	Setback	10.4 ^e ± 1.4	11.8 ^g ± 1.9	12.2 ⁱ ± 0.5	11 ^{ba} ± 1
3	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	6.9 ^e ± 0.1	7.1 ^h ± 0.1	6.8 ^j ± 0.1	7.0 ^d ± 0.2
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	28.9 ^c ± 1.0	30.1 ^e ± 0.3	27.9 ^f ± 0.2	29 ^b ± 1
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	39.5 ^a ± 0.2	47.1 ^a ± 1.9	41.0 ^{bdc} ± 3.0	43 ^{ba} ± 4
	Final after 30 min Końcowa po 30 min	37.5 ^{ba} ± 0.2	42.4 ^{dc} ± 1.0	38.0 ^e ± 2.1	39 ^b ± 3
	Setback	7.8 ^e ± 1.6	15.0 ^g ± 2.0	11.0 ⁱ ± 4.0	8 ^b ± 2

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

Table 3. Apparent viscosity [mPa·s] of 5 % gruels of wholemeal oat flour stored at 4 °C

Tabela 3. Lepkość pozorna [mPa·s] 5-procentowych zawiesin pełnoziarnowej mąki owsianej przechowywanej w temp. 4 °C

Storage period [month] Czas składowania [miesiąc]	Apparent viscosity Lepkość pozorna [mPa·s]	Oat cultivar / Odmiana owsa			
		‘Cacko’	‘Siwek’	‘Amant’	$\bar{X}^{**}$
0*	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	7.3 ^d ± 0.2	7.5 ^e ± 0.1	7.5 ^e ± 0.1	7.4 ^{ba} ± 0.2
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	28.2 ^c ± 0.8	32.4 ^c ± 1.1	27.1 ^c ± 0.7	29.0 ^b ± 3.0
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	35.2 ^b ± 0.8	43.2 ^{ba} ± 1.3	39.9 ^b ± 0.9	39.4 ^{ed} ± 4.0
	After 30 min / Po 30 min	35.2 ^b ± 1.6	41.9 ^{ba} ± 1.2	39.5 ^b ± 0.3	39.0 ^b ± 3.0
	Setback	7.4 ^d ± 1.3	11.7 ^{ed} ± 3.4	12.9 ^d ± 0.2	10.7 ^{ba} ± 3.0
1	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	7.3 ^d ± 0.1	7.6 ^e ± 0.6	7.3 ^e ± 0.1	7.4 ^b ± 0.3
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	27.8 ^c ± 0.1	29.5 ^c ± 0.1	28.8 ^c ± 0.8	29.0 ^b ± 1.1
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	36.0 ^b ± 0.3	41.8 ^{ba} ± 1.4	41.8 ^{ba} ± 0.5	40 ^{edc} ± 3
	Final after 30 min Końcowa po 30 min	35.4 ^b ± 1.8	40.3 ^b ± 4.8	40.1 ^{ba} ± 1.4	39 ^b ± 3
	Setback	7.8 ^d ± 1.4	11.9 ^{ed} ± 1.2	13.5 ^d ± 0.7	10 ^{ba} ± 2
2	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	7.2 ^d ± 0.2	7.7 ^e ± 0.5	7.2 ^e ± 0.1	7.3 ^b ± 0.3
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	29.1 ^c ± 0.3	30.9 ^c ± 0.7	29.3 ^c ± 1.6	30.0 ^b ± 1.0
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	39.0 ^a ± 2.0	45.0 ^{ba} ± 2.0	42.2 ^{ba} ± 0.7	42 ^{bac} ± 3
	Final after 30 min Końcowa po 30 min	36.7 ^{ba} ± 0.5	43.3 ^{ba} ± 1.7	39.0 ^b ± 2.0	40 ^b ± 3
	Setback	8.3 ^d ± 2.2	13.1 ^d ± 0.9	12.0 ^d ± 2.0	9 ^{ba} ± 3
3	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	7.4 ^d ± 0.2	7.5 ^e ± 0.1	7.4 ^e ± 0.3	7.4 ^b ± 0.2
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	29.4 ^c ± 0.4	32.0 ^c ± 3.0	28.2 ^c ± 0.3	30 ^b ± 2
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	38.6 ^a ± 1.3	40.7 ^b ± 0.9	42.9 ^a ± 1.9	41 ^{bdc} ± 2
	Final after 30 min Końcowa po 30 min	39.0 ^a ± 0.7	45.7 ^a ± 0.1	42.8 ^a ± 3.1	43 ^a ± 3
	Setback	6.9 ^d ± 2.1	9.1 ^{ed} ± 3.2	13.8 ^d ± 1.8	12 ^{ba} ± 4

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

Table 4. Apparent viscosity [mPa·s] of 5 % gruels of wholemeal oat flour stored at -20 °C

Tabela 4. Lepkość pozorna [mPa·s] 5-procentowych zawiesin pełnoziarnowej mąki owsianej przechowywanej w temp. -20 °C

Storage period [month] Czas składowania [miesiąc]	Apparent viscosity Lepkość pozorna [mPa·s]	Oat cultivar / Odmiana owsa			
		‘Cacko’	‘Siwek’	‘Amant’	$\bar{X}$ **
0*	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	7.3 ^e ± 0.2	7.5 ^e ± 0.1	7.5 ^e ± 0.1	7.4 ^{ba} ± 0.2
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	28.2 ^d ± 0.8	32.4 ^c ± 1.1	27.1 ^c ± 0.7	29.0 ^b ± 3.0
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	35.2 ^b ± 0.8	43.2 ^a ± 1.3	39.9 ^a ± 0.9	39.0 ^{ed} ± 4.0
	After 30 min / Po 30 min	35.2 ^b ± 1.6	41.9 ^{ba} ± 1.2	39.5 ^a ± 0.3	39.4 ^b ± 3.0
	Setback	7.4 ^e ± 1.3	11.7 ^d ± 3.4	12.9 ^d ± 0.2	10.7 ^{ba} ± 3.0
1	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	7.1 ^e ± 0.2	7.3 ^e ± 0.2	7.0 ^e ± 0.1	7.1 ^c ± 0.2
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	27.6 ^d ± 0.5	29.9 ^c ± 0.2	27.9 ^{cb} ± 1.9	28.0 ^b ± 2.0
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	35.9 ^{ba} ± 0.7	38.4 ^b ± 2.5	40.7 ^a ± 0.3	38.0 ^e ± 2.0
	Final after 30 min Końcowa po 30 min	35.6 ^{ba} ± 1.1	41.9 ^{ba} ± 1.5	38.2 ^a ± 0.7	39.0 ^b ± 3.0
	Setback	7.7 ^e ± 0.7	9.2 ^{ed} ± 1.8	12.9 ^d ± 0.1	10.0 ^{ba} ± 3.0
2	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	7.4 ^e ± 0.2	7.6 ^e ± 0.1	7.3 ^e ± 0.1	7.4 ^{ba} ± 0.2
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	31.2 ^c ± 0.4	31.9 ^c ± 0.2	30.9 ^b ± 0.6	31.0 ^a ± 1.0
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	37.6 ^a ± 1.2	42.5 ^a ± 0.4	40.0 ^a ± 3.0	40.0 ^{edc} ± 3.0
	Final after 30 min Końcowa po 30 min	37.1 ^{ba} ± 1.3	42.0 ^{ba} ± 3.0	39.0 ^a ± 5.0	39.0 ^b ± 3.0
	Setback	6.3 ^e ± 1.7	8.4 ^{ed} ± 0.7	9.1 ^e ± 2.7	7.0 ^b ± 1.0
3	Initial at 25 °C Początkowa w temp. 25 °C	6.8 ^e ± 0.1	6.9 ^e ± 0.1	6.7 ^e ± 0.1	6.8 ^d ± 0.1
	Max while heating Maksymalna w czasie ogrzewania	28.1 ^d ± 0.5	29.9 ^c ± 0.1	28.5 ^{cb} ± 0.5	29.0 ^b ± 1.0
	Final at 50 °C Końcowa w temp. 50 °C	36.4 ^{ba} ± 1.4	40.2 ^{ba} ± 2.3	38.4 ^a ± 0.1	38.0 ^e ± 2.0
	Final after 30 min Końcowa po 30 min	36.3 ^{ba} ± 1.1	39.9 ^{ba} ± 1.3	39.9 ^a ± 0.8	39.0 ^b ± 2.0
	Setback	8.0 ^e ± 0.5	10.2 ^{ed} ± 1.4	10.0 ^{ed} ± 0.3	10.0 ^{ba} ± 2.0

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

Table 5. Correlation coefficients (Pearson) between dietary fibre content in wholemeal oat flour and apparent viscosity of 5 % (w/w) gruels of wholemeal oat flour during storage

Tabela 5. Współczynniki korelacji Pearsona pomiędzy zawartością błonnika pokarmowego w pełnoziarnowej mące owsianej a lepkością pozorną 5-procentowych (m/m) zawiesin pełnoziarnowej mąki owsianej w trakcie przechowywania

Storage temperature Temperatura składowania [°C]	Oat cultivar Odmiana owsa		Apparent viscosity / Lepkość pozorna				
			initial at 25 °C początkowa w temp. 25 °C	max during heating maksymalna w czasie ogrzewania	final at 50 °C końcowa w temp. 50 °C	final after 30 min końcowa po 30 min	setback
20	IDF	'Cacko'	-0.82	0.33	0.40	0.09	-0.23
		'Siwek'	-0.83	0.39	0.57	-0.22	0.27
		'Amant'	-0.64	0.40	0.24	0.01	-0.54
		$\bar{X}$ **	-0.76	0.38	0.53	0.06	-0.54
	SDF	'Cacko'	0.24	0.26	-0.84	-0.67	-0.41
		'Siwek'	0.02	0.48	-0.77	-0.68	-0.48
		'Amant'	0.86	-0.09	-0.31	0.15	0.39
		$\bar{X}$ **	0.45	0.18	-0.88	-0.44	0.13
	TDF	'Cacko'	-0.94	0.52	0.16	-0.16	-0.46
		'Siwek'	-0.98*	0.75	0.23	-0.67	0.04
		'Amant'	-0.55	0.46	0.21	0.05	-0.55
		$\bar{X}$ **	-0.81	0.6	0.32	-0.11	-0.65
4	IDF	'Cacko'	0.28	0.02	0.28	0.39	-0.15
		'Siwek'	0.64	-0.55	-0.04	0.29	0.06
		'Amant'	-0.96*	0.92	0.92	0.32	-0.01
		$\bar{X}$ **	-0.78	0.3	0.73	0.43	0.03
	SDF	'Cacko'	-0.11	-0.37	-0.65	-0.59	-0.02
		'Siwek'	-0.60	0.45	0.01	-0.39	-0.03
		'Amant'	0.98*	-0.95*	-0.85	-0.19	0.14
		$\bar{X}$ **	0.81	-0.41	-0.81	-0.47	-0.01
	TDF	'Cacko'	0.38	-0.24	-0.03	0.19	-0.27
		'Siwek'	0.67	-0.63	-0.06	0.20	0.10
		'Amant'	-0.94*	0.90	0.94*	0.37	0.04
		$\bar{X}$ **	-0.75	0.23	0.66	0.4	0.04
-20	IDF	'Cacko'	0.76	0.80	0.67	0.55	-0.92
		'Siwek'	0.54	0.29	0.26	0.31	-0.80
		'Amant'	-0.08	0.99*	0.32	0.05	-0.81
		$\bar{X}$ **	0.36	0.87	0.66	0.84	-0.95*
	SDF	'Cacko'	0.15	-0.66	-0.94	-0.97*	0.42
		'Siwek'	0.23	0.41	0.28	0.37	0.86
		'Amant'	0.44	-0.91*	-0.06	-0.07	0.85
		$\bar{X}$ **	0.30	-0.54	-0.15	-0.48	0.72
	TDF	'Cacko'	0.89	0.28	-0.07	-0.22	-0.59
		'Siwek'	0.86	0.64	0.53	0.65	-0.52
		'Amant'	0.13	0.97*	0.44	0.03	-0.74
		$\bar{X}$ **	0.76	0.86	0.85	0.86	-0.84

Explanatory notes / objaśnienia:

* – statistically significant correlation coefficient ($p \leq 0.05$) / współczynnik korelacji statystycznie istotny ($p \leq 0,05$). Other explanatory notes as in Tab. 1. / Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1.

While storing oat flours at 20 °C and 4 °C, the largest changes of rheological properties, relative to the reference values, were reported for the setback; they were 23 % and 16 %, respectively, at 20 °C and 4 °C (on average). For the initial and final viscosity, the range of changes did not exceed 10 %. During the storage at -20 °C, the largest changes (8.5 %) occurred in the initial viscosity (on average). With regard to other pasting properties, the range of changes was lower. This fact suggests that the 3-month period of storage at various temperatures (20 °C, 4 °C and -20 °C) seems to have not much effect on the changes in the apparent viscosity.

The depolymerization of (1,3)(1,4)- β -D-glucans may be partially responsible for the changes in the viscosity while storing oat flours. However the lack of any significant correlation between SDF and the paste viscosity implies that this is not the main cause of changes (Tab. 5). According to some research [16] freezing may influence the pasting properties of starch. However the authors' own research has proved relatively small changes in the rheological properties of oat flour after the 3-month storage period at a temperature of -20 °C. A significant negative correlation was found between the changes in TDF and in the initial viscosity and also between the changes in IDF and in the initial viscosity. As shown in Tab. 5, in most cases, the correlations between changes in the fractions of fibre and in the pasting properties of oat flour were statistically insignificant (Person, $p \leq 0.05$). Therefore it must be concluded that those processes are independent.

Conclusions

1. An increase in the content of IDF and a decrease in the content of SDF of wholemeal oat flour were reported after the 3-month period of storage. The range of changes was dependent on the oat cultivar. The cultivar genotype of oat determines the dietary fibre composition and the pasting properties. The largest range of changes in the dietary fibre fractions was reported during storage at 20 °C.
2. The measurements of pasting properties of wholemeal oat flour after milling and, next, after storage showed a small range of changes in the viscosity. This fact indicates that the 3-month storage of oat flour does not cause any deterioration in the rheological properties.
3. No unequivocal dependences were found between the changes in dietary fibre fraction and the rheological properties of oat flour gruels.
4. As regards the dietary fibre composition and the rheological properties of oat flour, the smallest changes occurred during the entire 3-month storage period at -20 °C.

References

- [1] AACC International: Approved Methods of Analysis. 11th ed. American Association of Cereal Chemistry International, St. Paul, Minnesota, USA, 2000.
- [2] Alminger M., Eklund-Jonsson Ch.: Whole-grain cereal products based on a high-fibre barley or oat genotype lower post-prandial glucose and insulin responses in healthy humans. *Eur. J. Nutr.*, 2008, 47, 294-300.
- [3] Åman P., Graham H., Tilly A.-Ch.: Content and solubility of mixed-linked (1→3), (1→4)-β-d-glucan in barley and oats during kernel development and storage. *J. Cereal Sci.*, 1989, 10, 45-50.
- [4] Antonini E., Lombardi F., Alfieri M., Diamantini G., Redaelli R., Ninfali P.: Nutritional characterization of naked and dehulled oat cultivar samples at harvest and after storage. *J. Cereal Sci.*, 2016, 72, 46-53.
- [5] AOAC: Official Methods of Analysis. 20th ed. Association of Official Analytical Chemists International, Rockville, Maryland, USA, 2016.
- [6] Berski W., Krystyan M., Buksa K., Zięć G., Gambuś H.: Chemical, physical and rheological properties of oat flour affected by the isolation of beta-glucan preparation. *J. Cereal Sci.*, 2014, 60, 533-539.
- [7] Brandolini A., Hidalgo A., Plizzari L.: Storage-induced changes in einkorn (*Triticum monococcum* L.) and breadwheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) flours. *J. Cereal Sci.*, 2010, 51, 205-212.
- [8] Dikeman Ch.L., Fahey G.C.Jr.: Viscosity as related to dietary fibre: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2006, 46, 649-663.
- [9] Flander L., Salmenkallio-Marttila M., Suortti T., Autio K.: Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. *LWT*, 2007, 40, 860-870.
- [10] Kołodziejczyk P., Michniewicz J.: Ziarno zbóż i produkty zbożowe jako źródła błonnika pokarmowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2018, 25, 3 (116), 5-22.
- [11] Lampi A.M., Damerau A., Li J., Moisio T., Partanen R., Forssell P., Piironen V.: Changes in lipids and volatile compounds of oat flours and extrudates during processing and storage. *J. Cereal Sci.*, 2015, 62, 102-109.
- [12] Mestres C., Nago M., Akissoe N., Matencio F.: End use quality of some African corn kernels. 2. Cooking behavior of whole dry-milled flours; incidence of storage. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, 45, 565-571.
- [13] Rakić S., Janković S., Marčetić M., Živković D., Kuzevski J.: The impact of storage on the primary and secondary metabolites, antioxidant activity and digestibility of oat grains (*Avena sativa*). *J. Funct. Foods*, 2014, 7, 373-380.
- [14] Sangwan S., Singh R., Tomar S.K.: Nutritional and functional properties of oats: An update. *J. Innov. Biol.*, 2014, 1, 3-14.
- [15] Zarzycki P., Sobota A.: Effect of storage temperature on falling number and apparent viscosity of gruels from wheat flours. *J. Food Sci. Technol.*, 2015, 52, 437-443.
- [16] Zhang Y., Simsek S.: Physicochemical changes of starch in refrigerated dough during storage. *Carbohydr. Polym.*, 2009, 78, 268-274.

WPLYW PRZECHOWYWANIA PEŁNOZIARNOWEJ MĄKI OWSIANEJ NA ZAWARTOŚĆ BŁONNIKA POKARMOWEGO I WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu przechowywania mąki razowej owsianej na zmiany zawartości błonnika pokarmowego całkowitego (TDF), frakcji rozpuszczalnej (SDF) i nierozpuszczalnej (IDF) oraz właściwości reologicznych mąki. Badaniom poddano mąki otrzymane w przemyśle laboratoryjnym z ziarna owsa nagiego. Mąki owsiane przechowywano przez 3 miesiące w temp. 20 °C, 4 °C i -20 °C. Lep-

kość pozorną (początkową, maksymalną, końcową oraz setback) określano w 5-procentowych (m/m) wodnych zawiesinach. Niezależnie od temperatury odnotowano wzrost zawartości IDF oraz zmniejszenie zawartości SDF w trakcie 3-miesięcznego przechowywania mąki. Największy zakres zmian występujący w poszczególnych frakcjach błonnika odnotowano w czasie przechowywania w temp. 20 °C. Zmiany właściwości reologicznych były zależne od czasu i temperatury przechowywania mąki owsianej. Największe zmiany wystąpiły w przypadku wartości setback, w trakcie przechowywania w temp. 20 °C i 4 °C. Najmniejszy zakres zmian wszystkich badanych właściwości reologicznych stwierdzono w mąkach przechowywanych w temp. -20 °C. Obserwowany zakres zmian właściwości reologicznych w trakcie 3-miesięcznego przechowywania mąki, niezależnie od zawartości poszczególnych frakcji błonnika pokarmowego, był niewielki i nie powinien istotnie wpływać na zmiany właściwości technologicznych mąki. Nie odnotowano jednoznacznych zależności pomiędzy zmianami zawartości frakcji błonnika a badanymi właściwościami reologicznymi. Najmniejsze zmiany w ciągu 3-miesięcznego przechowywania w odniesieniu do składu błonnika pokarmowego oraz właściwości reologicznych mąki owsianej wystąpiły podczas przechowywania w temp. -20 °C.

Słowa kluczowe: błonnik pokarmowy, mąka owsiana, przechowywanie, właściwości reologiczne 

ANNA ŻBIKOWSKA, IWONA SZYMAŃSKA, KATARZYNA MARCINIAK-
ŁUKASIAK, ŻELJKE UDARCIĆ, MAŁGORZATA KOWALSKA

**WPLYW UDZIAŁU ZIELONEJ HERBATY MATCHA NA
WYBRANE WYRÓŻNIKI JAKOŚCI BEZGLUTENOWYCH
BISZKOPTOWO-TŁUSZCZOWYCH WYROBÓW CIASTKARSKICH**

Streszczenie

Celem pracy była ocena przydatności zielonej herbaty Matcha w proszku do produkcji bezglutenowych biszkoptowo-tłuszczowych muffinów. Dokonano analizy wybranych wyróżników jakości wyrobów (wymiarów geometrycznych, masy objętościowej, zawartości wody, parametrów barwy, tekstury oraz oceny sensorycznej) oraz ciasta surowego. Udział zielonej herbaty Matcha nie miał znaczącego wpływu ($p > 0,05$) na wymiary geometryczne, objętość i masę otrzymanych muffinów. Zastosowanie tego surowca przyczyniło się do zwiększenia napowietrzenia ciasta surowego i muffinów, czyli zmniejszenia ich masy objętościowej. Ilość zielonej herbaty na poziomie 2,5 i 5 % przyczyniła się do statystycznie istotnego wzrostu zawartości wody oraz do poprawy tekstury muffinów. Charakteryzowały się one mniejszą twardością, gumowatością i żujnością (odpowiednio o ok. 50, 40 i 30 %), a także większą sprężystością i spoistością (o ok. 20 %) w porównaniu z próbką kontrolną. Barwa ciasta surowego, powierzchni i miększu muffinów istotnie zależała od ilości zastosowanej zielonej herbaty Matcha w proszku. Wraz ze wzrostem zawartości tego składnika zmniejszała się wartość parametrów L^* , a^* i b^* ciasta surowego i powierzchni muffinów. Barwa miększu różniła się jedynie parametrem b^* , a jego wartość zwiększała się ze wzrostem udziału sproszkowanej herbaty. Różnice barwy (ΔE) pomiędzy muffinami z udziałem zielonej herbaty a próbą kontrolną były wyraźnie dostrzegalne wzrokiem. Muffiny z 2,5-procentową zawartością zielonej herbaty Matcha oceniono najwyżej pod względem właściwości teksturalnych i ogólnej pożądalności.

Słowa kluczowe: zielona herbata, wyroby ciastkarskie, dieta bezglutenowa, tekstura, parametry barwy, ocena sensoryczna

Dr hab. inż. A. Żbikowska, prof. nadzw., mgr inż. I. Szymańska, dr inż. K. Marciniak-Łukasiak, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, dr Ż. Udarcić, prof. nadzw., Department of Food Technology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Franje Kuhača 18, 31-107 Osijek, Croatia, dr hab. inż. M. Kowalska, prof. nadzw., Wydz. Materiałoznawstwa, Technologii i Wzornictwa, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. K. Pułaskiego w Radomiu, ul. B. Chrobrego 31, 26-600 Radom. Kontakt: anna_zbikowska@sggw.pl

Wprowadzenie

Modyfikacje genetyczne różnych rodzajów pszenicy spowodowały wzmocnienie potencjału alergizującego tego zboża [2]. Gluten to frakcja białek, która jest obecna w ponad 90 % produktów spożywczych dostępnych na rynku [24]. Wśród stanów chorobowych wywołanych glutenem wyróżnia się: alergię, nietolerancję glutenu (chorobę Dühringa) oraz celiakię. Kluczowym zaleceniem w czasie leczenia jest przestrzeganie diety bezglutenowej [24], która wyklucza produkty otrzymane z pszenicy, jęczmienia, żyta i zanieczyszczone tymi zbożami [8]. Produkt bezglutenowy to taki, który naturalnie nie zawiera glutenu lub zawiera gluten w ilości mniejszej niż 20 ppm ($< 20 \text{ mg/kg m.c.}$) [19].

W ostatnich latach zaobserwowano trend polegający na ograniczaniu przez osoby zdrowe spożywania produktów zawierających gluten. Dieta bezglutenowa stała się dla jednych elementem leczenia, a dla innych – modą. Niepokojące są wyniki badań klinicznych, które wskazują, że pacjenci stosujący dietę bezglutenową cierpią na niedobory różnych składników odżywczych [22]. Dieta taka dostarcza więcej energii z białek i tłuszczów niż z węglowodanów. Cechują ją niedobory głównie witamin (D_3 , B_1 , B_2 , B_6 , B_{12}) i składników mineralnych (Ca, Fe, Mg, Zn, Cu, Se). Wyroby bezglutenowe zawierają mniej błonnika w porównaniu z ich odpowiednikami zawierającymi gluten [12, 17]. Zgodnie z Codex Alimentarius [7] produkty bezglutenowe powinny dostarczać podobną ilość składników odżywczych jak produkty tradycyjne, jednakże prawidłowe zbilansowanie diety bezglutenowej jest znacząco utrudnione [22]. Pomocne mogą się okazać wyroby ciastkarskie wzbogacone w cenne żywieniowo składniki. Pomimo że nie należą one do podstawowych produktów codziennej diety, ze względu na walory sensoryczne są chętnie spożywane zarówno przez dorosłych jak i dzieci.

W celu zwiększenia wartości żywieniowej wyrobów bezglutenowych stosuje się dodatki różnych składników odżywczych i/lub mieszanki surowców zbożowych [18]. Poprawienie walorów sensorycznych i wartości odżywczej, np. pieczywa, uzyskuje się poprzez dodatki nasion roślin, takich jak: siemię lniane, pestki słonecznika lub dyni [1]. Dodatki do wyrobów bezglutenowych są starannie dobierane ze względu na ich wpływ na kształtowanie zarówno wartości odżywczej, jak również objętości i tekstury. Podejmowane są próby stosowania mąki owsianej zamiast mąki bezglutenowej [26]. Ponadto do produkcji muffinów bezglutenowych wykorzystywano fermentowaną przez szczep *L. plantarum* i niefermentowaną mąkę gryczaną, wskutek czego uzyskano większą zawartość pierwiastków K, Mg, Zn i Mn w muffinach [6].

W zielonej herbacie, pozyskiwanej z liści herbaty chińskiej (*Camellia sinensis* L.), występują związki chemiczne o właściwościach: przeciwzapalnych, przeciwnowotworowych, przeciwbakteryjnych oraz przeciwmiażdżycowych [10]. Dowiedziono, że u ludzi pijących dwie szklanki zielonej herbaty dziennie następuje obniżenie poziomu „złego” cholesterolu LDL we krwi. Stwierdzono również, że konsumpcja takiej herba-

ty może przyczynić się do zmniejszenia liczby zgonów z powodu chorób układu krążenia nawet o ok. 33 % [25]. Właściwości prozdrowotne zielonej herbaty związane są z występowaniem w niej takich substancji, jak: polifenole (10 ÷ 25 % to katechiny, a najbardziej aktywny – galusan epigalokatechiny), flawonoidy (kwercetyna, myricetyna, kemferol), kwasy fenolowe (galusowy, p-kumarowy, kawowy i jego pochodne), alkaloidy purynowe (ok. 4 % s.m., w tym 2,9 ÷ 4,2 % kofeiny), aminokwasy (teanina), witaminy C, E, B oraz niewielkie ilości witaminy K oraz jony potasu, glinu, fluoru [6, 16].

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania zróżnicowanego udziału zmieszanych liści zielonej herbaty Matcha do produkcji muffinów z bezglutenowego ciasta biszkoptowo-tłuszczowego.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły ciasta biszkoptowo-tłuszczowe surowe oraz otrzymane z nich muffiny bezglutenowe. Do produkcji kontrolnego (K) ciasta biszkoptowo-tłuszczowego zastosowano: mąki bezglutenowe (ryżową i kukurydzianą), skrobię kukurydzianą, cukier, jaja, olej rzepakowy, wodę, proszek do pieczenia i sól. Surowce zakupiono w lokalnym supermarkecie. Mąki bezglutenowe w ciastach biszkoptowo-tłuszczowych zastępowano zmieloną zieloną herbatą Matcha (Bio Planet S.A., Polska) w ilościach [%]: 1,25 (Zh-1,25), 2,5 (Zh-2,5) i 5 (Zh-5,0).

Technologia wytwarzania muffinów biszkoptowo-tłuszczowych polegała na ucieleniu (za pomocą miksera) cukru z żółtkami jaj, a następnie dodaniu oleju i miksowaniu do uzyskania jednolitej masy. Następnie wprowadzano pozostałe składniki suche, wodę i całość mieszano. Muffiny wypiekano w piecu konwekcyjno-parowym XBC404 (Unox, Włochy) w temp. 165 °C przez 16 min. Każdy wariant wypiekano trzykrotnie. Muffiny poddawano analizie po 24 h od wypieku.

Oznaczano masę objętościową surowego ciasta biszkoptowo-tłuszczowego [28]. Mierzono barwę przekroju miększu oraz powierzchni muffinów (skórki) metodą odbiciową w systemie CIE $L^*a^*b^*$, z wykorzystaniem kolorymetru Minolta CR-200 (Konica Minolta, Japonia) oraz obliczano bezwzględną różnicę barwy ΔE [20]. Objętość muffinów mierzono z wykorzystaniem materiału sypkiego (nasiona rzepaku) [4]. Średnicę i wysokość muffinów mierzono przy użyciu suwmiarki elektronicznej (HOGETEX, Niemcy) z dokładnością do 0,01 mm. Pomiar średnicy wykonywano w najszerszej części muffinów, a wysokości – w najwyższym punkcie wyrobu. Znajac wysokość muffinów po wypieku i wysokość ciasta surowego w foremce obliczano przyrost wysokości muffinów po wypieku w stosunku do wysokości przed wypiekiem. Zawartość wody w muffinach oznaczano metodą grawimetryczną z użyciem suszarki laboratoryjnej (SUP-100M, Zalimp, Polska) [21]. Do oznaczania masy objętościowej miększu muffinów wycinano sześciiany o boku 2 cm, które następnie ważono na wa-

dze analitycznej [9]. Analizy tekstury wykonywano przy użyciu teksturometru TA.XT Texture Analyser (Stable Micro Systems, Wielka Brytania). Do badań stosowano próbki miękiszu w kształcie sześcianu o boku 2 cm [15], które poddawano ścisnaniu do 75 % początkowej wysokości z prędkością $5 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$. W cieście zastosowano końcówkę P/36R. Na podstawie otrzymanych teksturogramów wyznaczano: twardość [N], sprężystość, spoistość [-], elastyczność [%], gumowatość [N] i żujność [N]. Analizę sensoryczną muffinów przeprowadzano metodą profilową. Oceny dokonywał przeszkolony 18-osobowy zespół. Analizowano: wygląd zewnętrzny (równomierność wypieczenia, barwę całego muffina, pożądalność barwy, jednolitość miękiszu muffina w przekroju), teksturę (sprężystość, twardość, kruchość), zapach (typowy, oleisty, obcy, trawiasty), smak (swoisty, oleisty, obcy, trawiasty) oraz ogólną pożądalność (ocena ogólna).

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica 13.1 (StatSoft Inc., USA). Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Fishera, zaś grupy jednorodne wyznaczano przy użyciu testu Tukeya (przy $p < 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Porowata struktura produktów biszkoptowo-tłuszczowych powstaje podczas wypieku za sprawą pęcherzyków powietrza zatrzymanych przez tłuszcz w cieście surowym, w czasie jego przygotowywania. Im lepiej napowietrzone jest ciasto, tym mniejsza jego masa objętościowa [28]. Zastosowanie zróżnicowanego udziału zielonej herbaty Matcha w składzie recepturowym spowodowało statystycznie istotne zmniejszenie masy objętościowej ciasta. Najmniejszą wartością tego parametru charakteryzowało się ciasto surowe z 1,25-procentowym udziałem zielonej herbaty (o ok. 8,5 % mniejszą w porównaniu z próbką kontrolną). Warianty z większą ilością herbaty miały podobną masę objętościową. Była ona jedynie o ok. 3 % mniejsza niż ciasta kontrolnego (tab. 1). Udział zielonej herbaty w ilości 2,5 i 5 % powodował wzrost twardości ciasta, odpowiednio o ok. 9 i 18 % w porównaniu z próbką kontrolną – 0,34 N (tab. 1).

Barwa ciasta surowego jest uwarunkowana wieloma czynnikami wynikającymi z różnorodności barwy oraz podstawowych operacji stosowanych podczas przygotowania surowców/składników (np. rozdrabniania) oraz wyrabiania ciasta (np. stopień wymieszania) [3]. Zastosowanie zielonej herbaty w proszku w składzie muffinów wywarło statystycznie istotny wpływ na zmniejszenie wartości parametru a^* i L^* oraz na zwiększenie wartości parametru b^* ciasta surowego. Im większy był udział zielonej herbaty w cieście, tym mniejsze podobieństwo do wariantu kontrolnego wartości parametrów barwy. Najmniejszym udziałem barwy czerwonej, a największym – barwy żółtej oraz najmniejszą jasnością charakteryzowała się próbka z 5-procentowym udziałem zielonej herbaty. Na podstawie bezwzględnej wartości różnicy barwy (ΔE) wyka-

zano, że różnice te pomiędzy próbkami z udziałem zielonej herbaty a próbką kontrolną były wyraźnie dostrzegalne podczas oceny wzrokowej (tab. 1).

Tabela 1. Wybrane wyróżniki jakości ciasta surowego

Table 1. Selected quality marks of raw batter

Rodzaj próbki Type of sample	Masa objętościowa Volume of mass [g/cm ³]	Twardość Hardness [N]	Parametry barwy / Colour parameters			
			a*	b*	L*	ΔE
K	0,7874 ^c ± 0,02	0,340 ^b ± 0,01	-2,48 ^a ± 0,05	20,83 ^a ± 0,91	82,59 ^d ± 1,01	-
Zh-1,25	0,7201 ^a ± 0,02	0,290 ^a ± 0,00	-2,69 ^b ± 0,06	21,24 ^b ± 0,82	72,69 ^c ± 1,09	9,91 ± 0,70
Zh-2,5	0,7609 ^b ± 0,01	0,360 ^c ± 0,01	-3,32 ^c ± 0,08	24,46 ^c ± 0,96	70,34 ^b ± 1,14	12,80 ± 0,85
Zh-5	0,7696 ^b ± 0,01	0,390 ^c ± 0,02	-5,15 ^d ± 0,16	26,77 ^d ± 0,73	67,71 ^a ± 0,99	16,25 ± 0,98

Objaśnienia / Explanatory notes:

K – próbka kontrolna / control sample; Zh-1,25 – 1,25-procentowy udział zielonej herbaty Matcha / with 1.25 % content of Matcha green tea; Zh-2,5 – 2,5-procentowy udział zielonej herbaty Matcha / with 2.50 % content of Matcha green tea; Zh-5 – 5-procentowy udział zielonej herbaty Matcha / with 5.0 % content of Matcha green tea; a, b, c... – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$.

Ilość zastosowanej zielonej herbaty w proszku nie miała znaczącego wpływu ($p > 0,05$) na wymiary geometryczne, objętość i masę badanych muffinów (tab. 2). Ziobro i wsp. [26] podjęli próbę całkowitego zastąpienia mieszanki mąk bezglutenowych handlową mąką z polskiego owsa lub całościarnową mąką z owsa uprawianego w Finlandii. Dodatkowo wprowadzali napar z kawy jako dodatek smakowo-zapachowy zastępujący maślanekę w recepturze muffinów. Wykazali, że zastosowanie dodatku naparu kawy w muffinach z mąką owsianą całościarnową spowodowało statystycznie istotne zmniejszenie objętości i wysokości tych wyrobów w porównaniu z muffinami z ww. mąki bez udziału naparu. W przypadku muffinów kontrolnych (z mieszanki bezglutenowej) i muffinów z handlową mąką owsianą nie zaobserwowano znaczących zmian ich wymiarów geometrycznych ($p > 0,05$) [26], podobnie jak w badaniach własnych z udziałem zielonej herbaty (tab. 2).

Wyróżnikiem jakości wyrobu, jego napowietrzenia, jest możliwie mała masa objętościowa [27, 28]. Udział zielonej herbaty w składzie recepturowym muffinów spowodował zmniejszenie masy objętościowej miękiszu, a tym samym zwiększenie porowatości ($p < 0,05$). Najmniejszymi wartościami tego parametru charakteryzowały się muffiny z udziałem zielonej herbaty w ilości 1,25 i 5 % (tab. 2).

Tabela 2. Wybrane wyróżniki jakości muffinów

Table 2. Selected distinctive qualities of muffins

Rodzaj próbki Type of sample	Masa Mass [g]	Objętość Volume [cm ³]	Masa objętościowa miękiszu Volume mass of crumb [g/cm ³]	Wymiary geometryczne Geometric dimensions [cm]			
				Średnica Diameter	Wysokość Heigh (a)	Wysokość ciasta surowego Height of batter (b)	Różnica wysokości Height difference (a - b)
K	20,30 ^a ± 0,94	288 ^a ± 1,01	0,4662 ^c ± 0,00	5,3 ^a ± 0,20	3,4 ^a ± 0,10	1,9 ^a ± 0,10	1,6 ^a ± 0,10
Zh-1,25	20,39 ^a ± 0,82	298 ^a ± 1,21	0,3801 ^a ± 0,00	5,3 ^a ± 0,11	3,4 ^a ± 0,13	2,0 ^a ± 0,11	1,5 ^a ± 0,10
Zh-2,50	20,55 ^a ± 0,71	296 ^a ± 2,34	0,4034 ^b ± 0,03	5,4 ^a ± 0,21	3,6 ^a ± 0,25	2,1 ^a ± 0,11	1,4 ^a ± 0,10
Zh-5,00	20,86 ^a ± 0,85	287 ^a ± 2,67	0,3830 ^a ± 0,01	5,4 ^a ± 0,23	3,6 ^a ± 0,26	1,9 ^a ± 0,14	1,7 ^a ± 0,11

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

Tabela 3. Wartości parametrów barwy muffinów

Table 3. Values of colour parameters of muffins

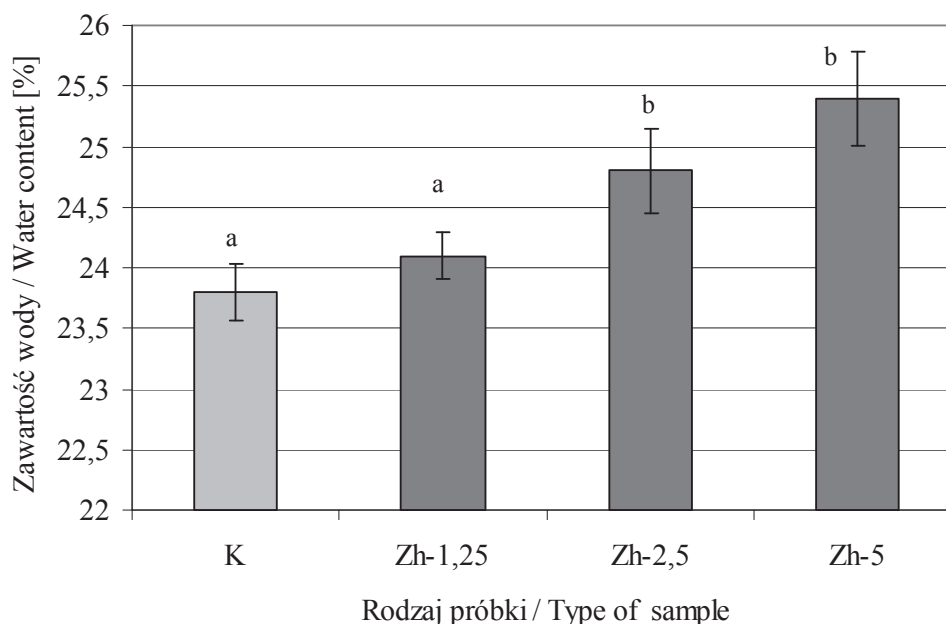
Rodzaj próbki Type of sample		Parametry barwy / Colour parameters			
		a*	b*	L*	ΔE
Powierzchnia muffin Muffin surface	K	11,07 ^d ± 0,14	32,94 ^c ± 0,24	67,58 ^c ± 0,93	-
	Zh-1,25	10,47 ^c ± 0,13	28,13 ^b ± 0,30	61,97 ^b ± 0,87	7,41 ± 0,11
	Zh-2,50	8,25 ^b ± 0,21	27,82 ^b ± 0,28	61,81 ^b ± 0,79	8,21 ± 0,09
	Zh-5,00	6,54 ^a ± 0,19	24,69 ^a ± 0,29	57,90 ^a ± 0,99	13,49 ± 0,13
Miększy muffin Crumb of muffin	K	-2,73 ^d ± 0,07	20,08 ^a ± 0,32	82,38 ^d ± 1,03	-
	Zh-1,25	-0,35 ^b ± 0,02	21,73 ^b ± 0,16	69,39 ^c ± 0,92	13,32 ± 0,12
	Zh-2,50	-0,18 ^a ± 0,01	23,09 ^c ± 0,17	64,33 ^b ± 0,90	18,48 ± 0,17
	Zh-5,00	-0,57 ^c ± 0,03	26,13 ^d ± 0,15	58,93 ^a ± 0,78	24,31 ± 0,20

Objaśnienia jak pod Tab. 1. / Explanatory notes as under Tab. 1

Chudy i wsp. [5] podkreślili, że podstawowym problemem pomiaru barwy jest przygotowanie próbek. Wymienili czynniki decydujące o wiarygodności pomiaru, w tym zawartość wody, temperaturę i skład chemiczny produktu. Udział zielonej herbaty w składzie recepturowym muffinów spowodował znaczące zmiany parametrów barwy zarówno ich warstwy zewnętrznej, jak i miękiszu ($p < 0,05$). Wraz ze zwiększeniem udziału zielonej herbaty Matcha nastąpiło zmniejszenie wartości tych parametrów w przypadku powierzchni muffinów. Taką samą zależność zaobserwowano w przypadku barwy miękiszu, za wyjątkiem parametru b^* , którego wartość była najniższa w próbce kontrolnej (tab. 3). Średnie wartości bezwzględnej różnicy barwy ΔE

wskazały na to, że różnice barwy pomiędzy próbką kontrolną a wariantami z zieloną herbatą były wyraźne i dostrzegalne wzrokowo (tab. 3).

Wilgotność wywiera kluczowy wpływ na jakość produktów bezglutenowych. Ilość wody wprowadzonej z surowcami, stężenie stosowanych dodatków, wodochłonność poszczególnych surowców i składników oraz parametry wypieku to czynniki determinujące zawartość wody w produkcie finalnym [14]. Wilgotność muffinów z udziałem zielonej herbaty na poziomie 1,25 % nie różniła się statystycznie istotnie od wariantu kontrolnego. Jednakże 2,5- i 5-procentowy udział tego dodatku spowodował zwiększenie zawartości wody w muffinach średnio o ok. 5,5 % w porównaniu z próbką kontrolną (rys. 1).



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

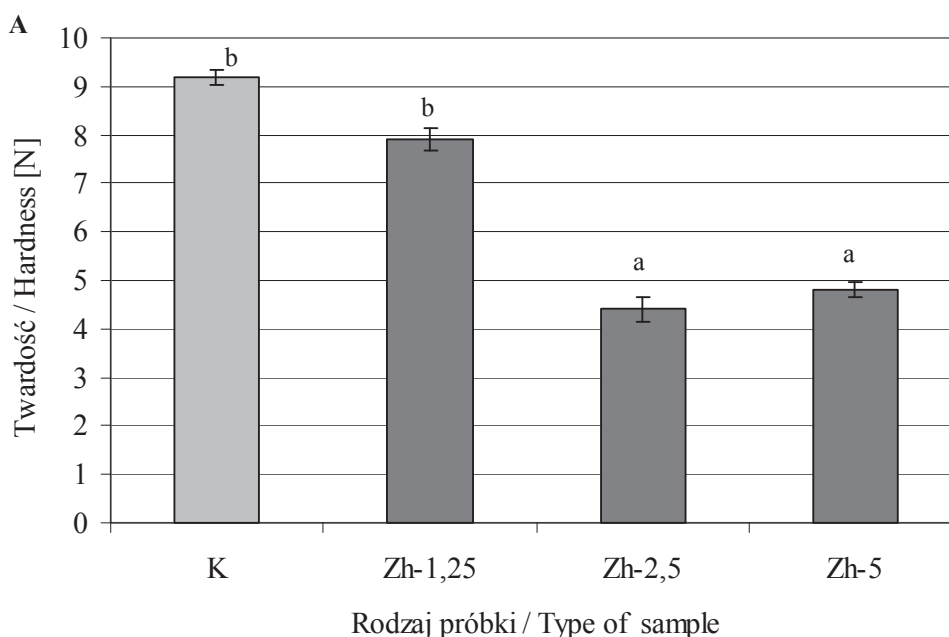
Rys. 1. Zawartość wody w muffinach

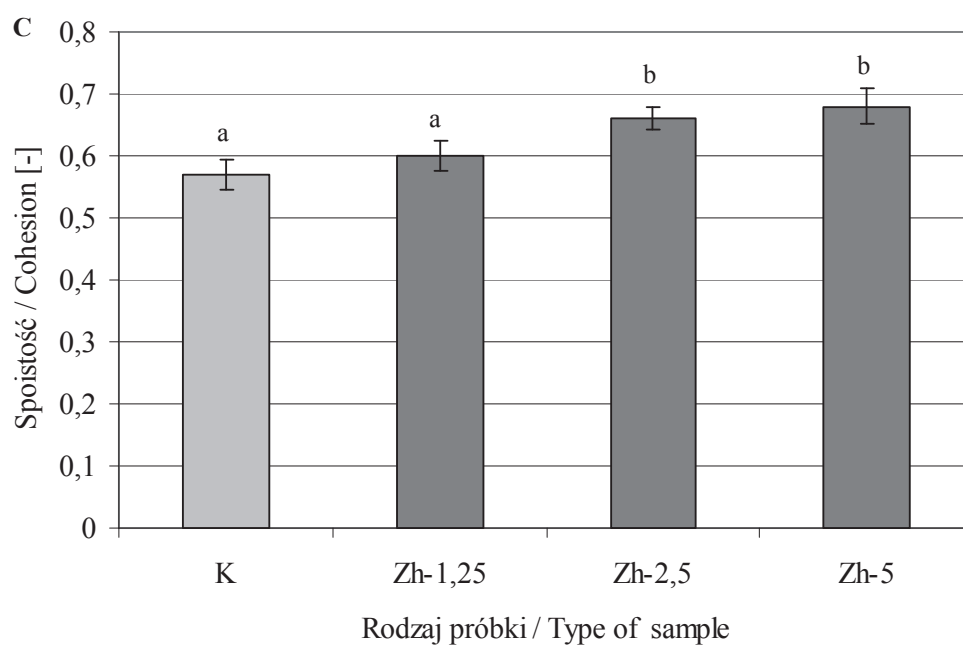
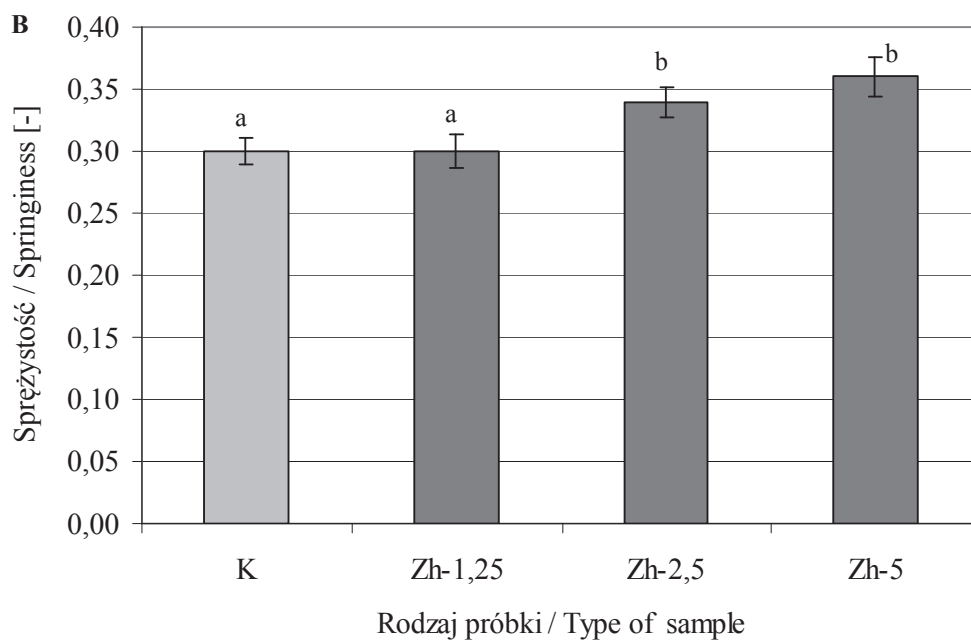
Fig. 1. Water content in muffins

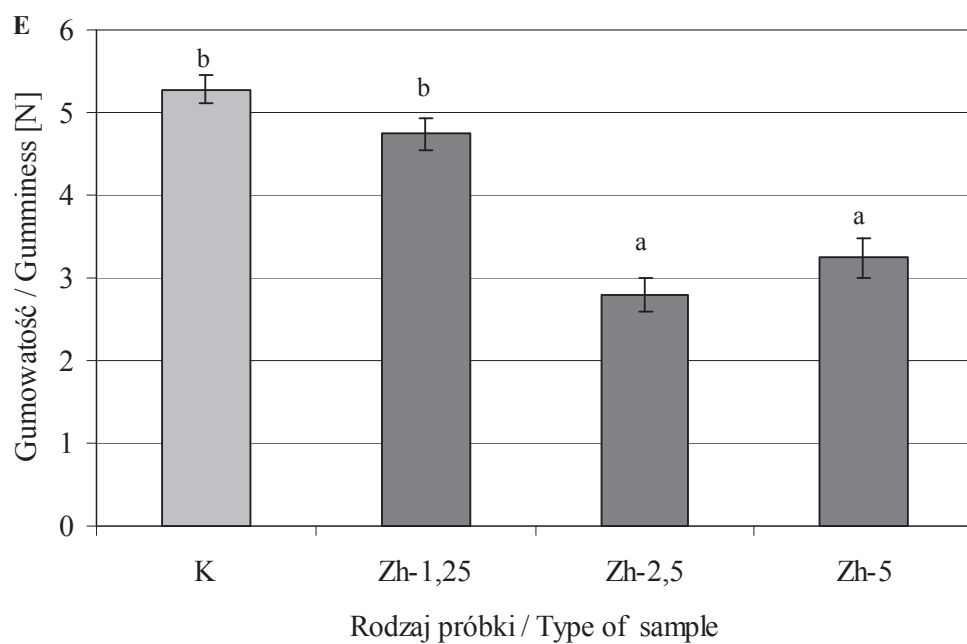
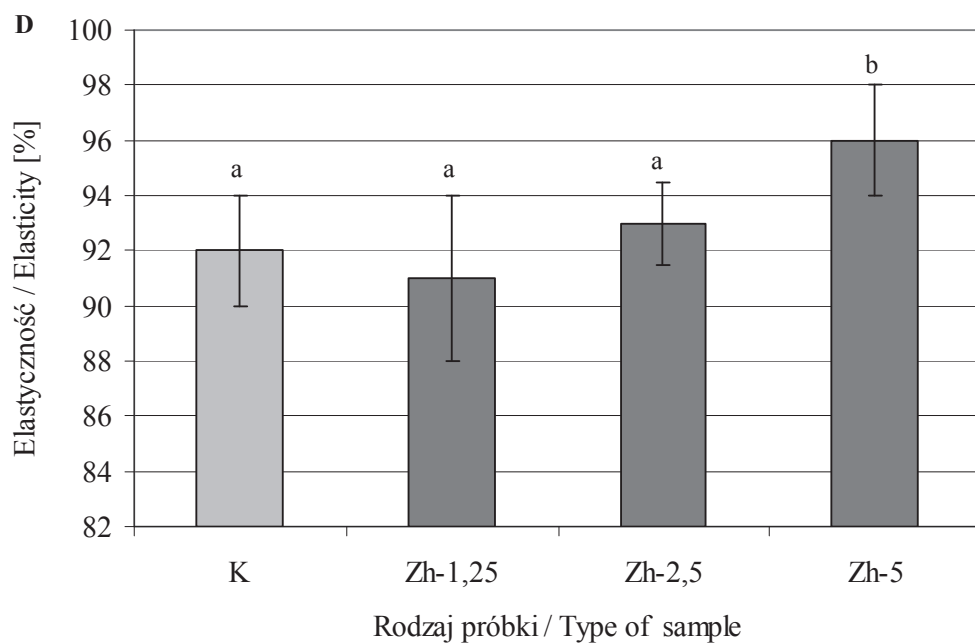
Cechami charakterystycznymi wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych są: mała twardość, żujność i elastyczność (odbojność), lecz duża sprężystość, która jest wynikiem obecności cukru i tłuszczu w produkcie [23]. Właściwości teksturalne produktów zależą od cech cząstek wchodzących w skład stosowanych surowców [13]. Składnikiem, który kształtuje teksturę produktu w większym stopniu niż cukier i mąka, jest tłuszcz [27]. Zastosowanie zielonej herbaty w proszku w ilości 1,25 % nie miało zna-

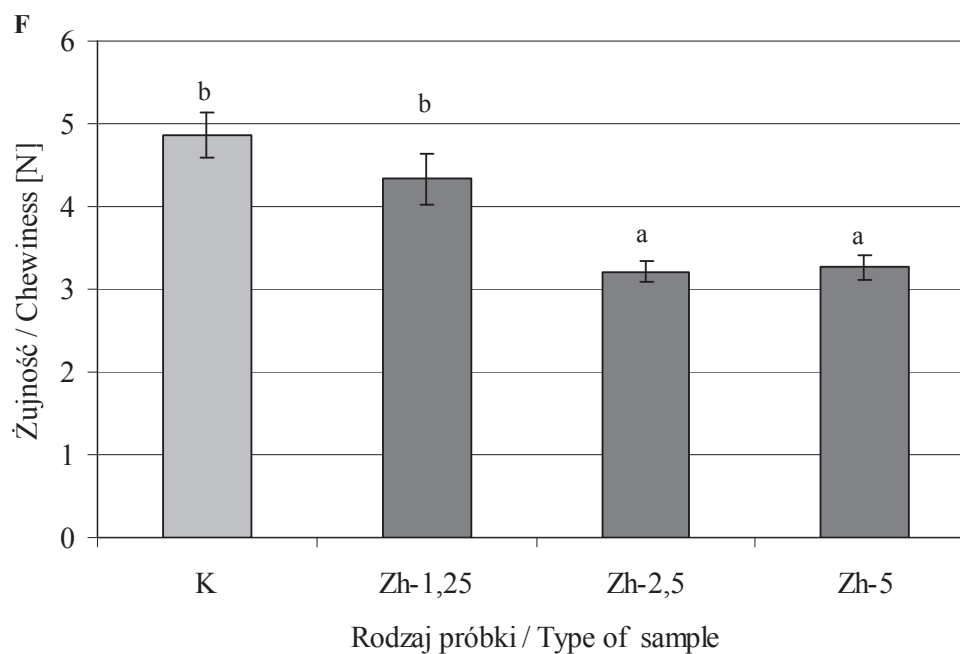
czącego wpływu na parametry tekstury miękiszu badanych muffinów. W przypadku wariantów z 2,5- i 5-procentowym udziałem zielonej herbaty nastąpiło istotne zmniejszenie twardości, żuźności i gumowatości ($p < 0,05$) odpowiednio: o ok. 50, 30 i 40 % w odniesieniu do próbki kontrolnej. Sprężystość i spoistość uległy natomiast zwiększeniu (o ok. 20 %) i wynosiły odpowiednio: $0,30 \div 0,36$ oraz $0,56 \div 0,68$. Nie wykazano znaczących różnic elastyczności miękiszu ($p > 0,05$) w obrębie wszystkich muffinów (rys. 2).

Według Krzyżko-Łupickiej i wsp. [11] atrakcyjność wyrobu finalnego jest w największym stopniu uwarunkowana jego wyglądem zewnętrznym i barwą. W omawianej pracy zaobserwowano istotną zależność pomiędzy barwą muffinów a intensywnością odczuwania smaku i zapachu. Wprowadzenie zielonej herbaty do bezglutenowego ciasta biszkoptowo-tłuszczowego wpłynęło na wygląd zewnętrzny wyrobów. Muffiny charakteryzowały się większą liczbą pęknięć na skórce, odbarwień oraz mniejszą równomiernością wypieczenia w odniesieniu do próbki kontrolnej (rys. 3). Wraz ze wzrostem zawartości zielonej herbaty Matcha muffiny stawały się bardziej żółte i brązowe w przekroju, co miało wpływ na niejednorodność barwy oraz zmniejszenie jej ogólnej pożądalności (z 7,4 do 3,7). Największą porowatość (7,3) wykazywała próbka kontrolna (rys. 4).





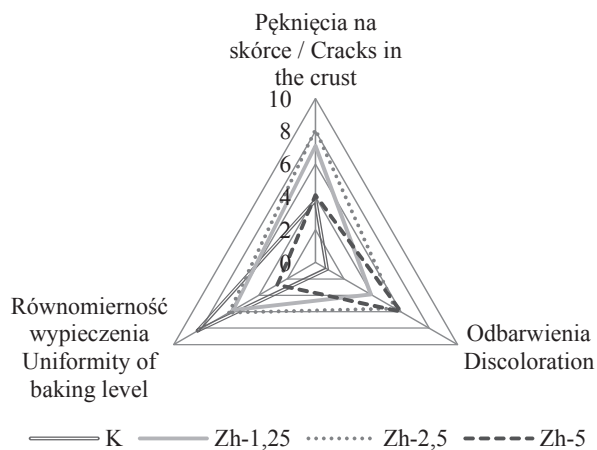




Objaśnienia jak pod tab. 1./ Explanatory notes as under Tab. 1.

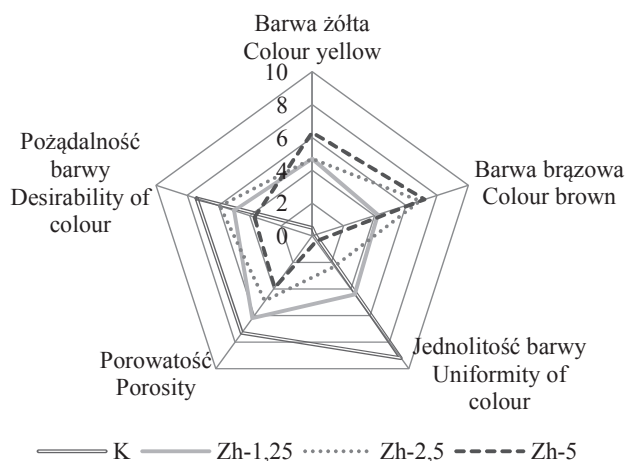
Rys. 2. (A - F). Parametry tekstury muffinów

Fig. 2. (A - F). Textural parameters of muffins



Rys. 3. Wyróżniki oceny sensorycznej wyglądu zewnętrznego muffinów

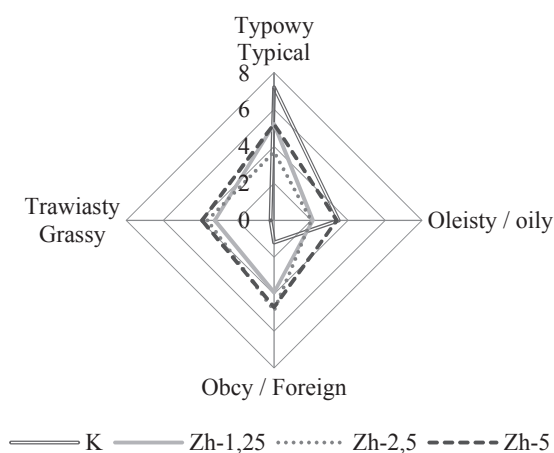
Fig. 3. Distinctive qualities of sensory assessed appearance of muffins



Rys. 4. Wyróżniki oceny sensorycznej wyglądu przekroju muffinów

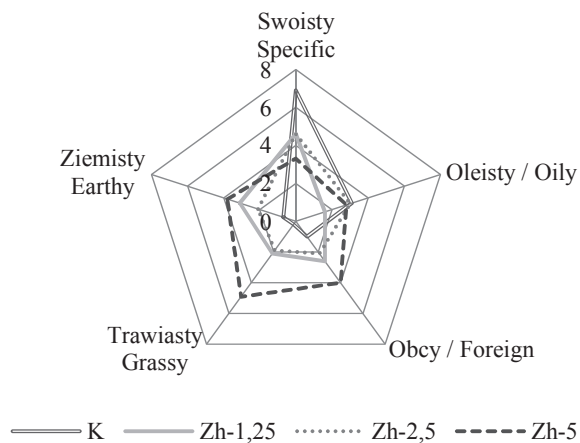
Fig. 4. Distinctive qualities of sensory assessed of appearance of muffin cross section

W wyniku zastosowania zielonej herbaty nastąpiły istotne zmiany cech smakowo-zapachowych. Im większy był udział tego składnika, tym smak i zapach były mniej typowe/swoiste oraz bardziej trawiaste. Najbardziej oleiste pod względem smaku i zapachu były wyroby kontrolne (rys. 5 i 6). Najmniej oleistym smakiem (1,6) charakteryzowała się próbka z 1,25-procentowym udziałem zielonej herbaty (rys. 6), zaś najmniej oleisty zapach (2,0) miała próbka z zawartością 2,5 % tego surowca (rys. 5).



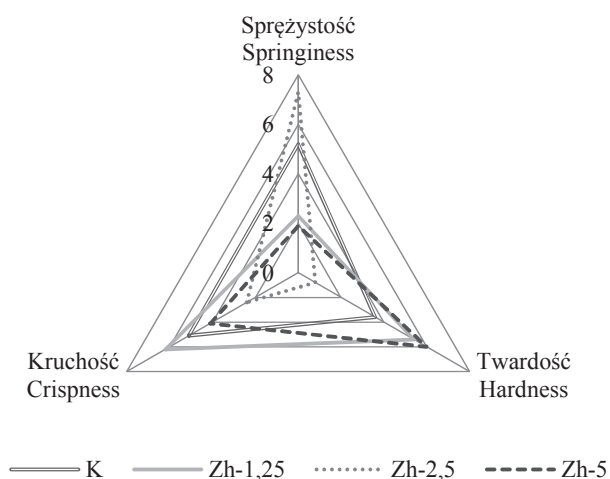
Rys. 5. Wyróżniki oceny sensorycznej zapachu muffinów

Fig. 5. Distinctive qualities of sensory assessed smell of muffins



Rys. 6. Wyróżniki oceny sensorycznej smaku muffinów

Fig. 6. Distinctive qualities of sensory assessed taste of muffins

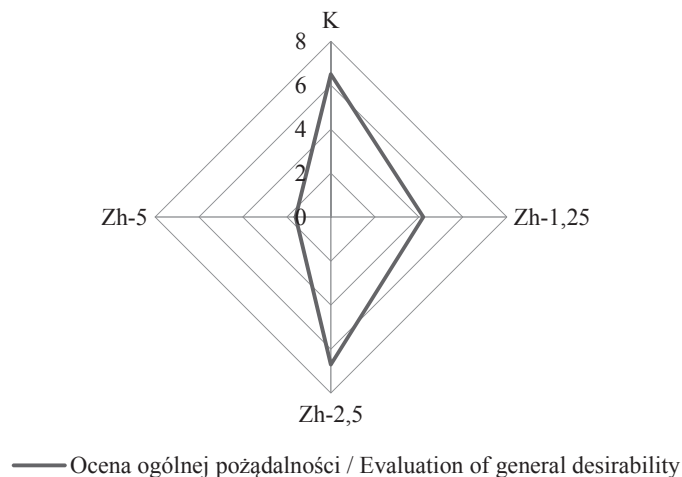


Rys. 7. Wyróżniki oceny sensorycznej tekstury muffinów

Fig. 7. Distinctive qualities of sensory assessed texture of muffins

Najbardziej korzystne cechy tekstury wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych, czyli małą twardość i kruchość oraz dużą sprężystość [23], zaobserwowano w przypadku muffinów z zawartością 2,5 % zielonej herbaty Matcha. Próbką ta charakteryzowała się najmniejszą twardością (0,8) i kruchością (2,4) oraz największą sprężystością (7,3). Pozostałe warianty wypieków zawierające ten składnik wykazywały podobnie małą sprężystość i dużą twardość (rys. 7). Ponadto muffiny te zostały ocenione jako najbar-

dziej pożądane. Niewiele niższą notę przyznano próbce kontrolnej, a za najmniej pożądane uznano muffiny z 5-procentowym udziałem zielonej herbaty (rys. 8). Według Marzec [13] tekstura ma bardzo duże znaczenie w przypadku produktów stałych i dlatego istotne jest jej standaryzowanie i kontrolowanie.



Rys. 8. Ogólna pożądalność muffinów

Fig. 8. Overall desirability of muffins

Wnioski

1. Zastosowanie zmielonych liści zielonej herbaty Matcha spowodowało zmniejszenie masy objętościowej ciasta surowego i muffinów, a tym samym zwiększenie ich porowatości.
2. Udział 2,5 i 5 % zielonej herbaty Matcha w składzie recepturowym muffinów miał znaczący wpływ na poprawę ich cech teksturalnych. Nastąpiło zmniejszenie twardości, żujności i gumowatości (nawet do 50 %) oraz wzrost sprężystości i spoistości w porównaniu z próbką kontrolną.
3. Barwa ciasta surowego, powierzchni i miękiszu muffinów istotnie zależała od ilości zastosowanej zielonej herbaty Matcha. Im większy był jej udział, tym mniejsza wartość parametru L^* (jasność) i parametru a^* (udział barwy czerwonej). Różnice pomiędzy próbką kontrolną a próbkami właściwymi były wyraźnie dostrzegalne wzrokowo.
4. Muffiny z 2,5-procentową zawartością zielonej herbaty Matcha charakteryzowały się najbardziej korzystnymi cechami tekstury i zostały ocenione jako najbardziej pożądane, zatem udział herbaty na tym poziomie uznano za optymalny.

Literatura

- [1] Achremowicz B., Ceglińska A., Darmetko M., Haber T., Jankowska J., Karpiński P., Obiedziński M., Tarasiewicz R.: Charakterystyka wybranych surowców roślinnych i możliwości ich wykorzystania jako dodatków do ciast chlebowych. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2017, 1, 97-109.
- [2] Barrett J.S., Gearry R.B., Muir J.G., Irving P.M., Rose R., Rosella O., Haines M.L., Shepherd S.J., Gibson P.R.: Dietary poorly absorbed, short chain carbohydrates increase delivery of water and fermentable substrates to the proximal colon. *Aliment. Pharmacol. Ther.*, 2010, 8 (31), 874-882.
- [3] Biller E.: Zmiany parametrów masy ciasta pszennego w zależności od rodzaju mąki i czasu miesienia. *Inżynieria Rolnicza*, 2006, 7, 35-42.
- [4] Ceglińska A., Pluta A., Skrzypek J., Krawczyk P.: Badania nad zastosowaniem do produkcji pieczywa składników mineralnych otrzymanych po nanofiltracji serwatki. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 6 (55), 234-241.
- [5] Chudy S., Gierałtowska U., Krzywdzińska-Bartkowiak M., Piątek M.: Pomiar barwy produktów mleczarskich. W: *Współczesne trendy w kształtowaniu jakości żywności*. Red. D. Piasecka-Kwiatkowska i R. Cegielska-Radziejewska. Oddział Wielkopolski PTTŻ, Poznań 2016, ss. 85-95.
- [6] Ciesarová Z., Basil E., Kukurová K., Marková L., Zieliński H., Wronkowska M.: Gluten-free muffins based on fermented and unfermented buckwheat flour – content of selected elements. *J. Food Nutr. Res.*, 2016, 2 (55), 108-113.
- [7] Codex Alimentarius: Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten, Codex Stan 118 – 1979 (revised 2008).
- [8] Dittfeld A., Gwizdek K., Parol D., Michalski M.: Dieta bezglutenowa – charakterystyka grup docelowych. *Post. Hig. Med. Dośw.*, 2018, 72, 227-239.
- [9] Jakubczyk T., Haber T.: *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW, Warszawa 1983.
- [10] Kania M., Baraniak J.: Wybrane właściwości biologiczne i farmakologiczne zielonej herbaty (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). *Postępy Fitoterapii*, 2011, 1, 35-40.
- [11] Krzyśko-Łupicka T., Kręcidło M., Kręcidło Ł.: Barwniki w żywności a zdrowie konsumentów. *Kosmos*, 2016, 313 (4), 543-552.
- [12] Kupper C.: Dietary guidelines and implementation for celiac disease. *Gastroenterology*, 2005, 4 (128), 121-127.
- [13] Marzec A.: Tekstura żywności. *Przem. Spoż.*, 2007, 5 (61), 6-10.
- [14] Mondal A., Datta A.K.: Bread baking – a review. *J. Food Eng.*, 2008, 4 (86), 465-474.
- [15] Novotni D., Curic D., Galic K., Skevin D., Nederal S., Kraljic K., Gabric D., Jezek D.: Influence of frozen storage and packaging on oxidative stability and texture of bread produced by different processes. *Food Sci. Technol.*, 2011, 3 (44), 643-649.
- [16] Parmar N., Rawat M., Kumar J.V.: *Camellia Sinensis* (Green Tea): A Review. *Glob. J. Pharmacol.*, 2012, 2 (6), 52-59.
- [17] Penagini F., Dilillo D., Meneghin F., Mameli C., Fabiano V., Zuccotti G.V.: Gluten-free diet in children: An approach to be a nutritionally adequate and balanced diet. *Nutrients*, 2013, 11 (5), 4553-4565.
- [18] Poutanen K., Shepherd R., Shewry P.R., Delcour J.A., Bjorck I., van der Kamp J.W.: More of the grain: The European HEALTHGRAIN project aims at healthier cereal foods. *Cereal Food World*, 2010, 55, 79-84.
- [19] Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) nr 828/2014 z dnia 30 lipca 2014 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat nieobecności lub zmniejszonej zawartości glutenu w żywności. *Dz. U. L* 228, ss. 5-8, z. 31.07.2014.
- [20] Rój A., Przybyłowski P.: Ocena barwy jogurtów naturalnych. *Brom. Chemia Toksykol.*, 2012, 3 (45), 813-816.

- [21] Ruszkowska M.: Pieczywo bezglutenowe – ocena trwałości z zastosowaniem metod sorpcyjnych. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 2014, 2 (53), 110-112.
- [22] Rybicka I., Gliszczyńska-Świgło A.: Niedobory składników odżywczych w diecie bezglutenowej. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2016, 3 (97), 183-186.
- [23] Sanz T., Salvador A., Baixauli R., Fiszman S.M.: Evaluation of four types of resistant starch in muffins. II. Effects in texture, colour and consumer response. *Eur. Food Res. Technol.*, 2009, 2 (229), 197-204.
- [24] Ścibor K., Ostrowska-Nawarycz L., Kopański Z., Brukwicka I., Uracz W., Maslyak Z., Sklyarov I.: Nietolerancja glutenu problemem zdrowotnym XXI wieku. *J. Clin. Healthcare*, 2015, 1, 18-24.
- [25] Xin-Xin Z., Yan-Lu X., Shao-Hua L.: Green tea intake lowers fasting serum total and LDL cholesterol in adults: A meta-analysis of 14 randomized controlled trials. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2011, 2 (94), 60-610.
- [26] Ziobro R., Litwinek D., Mickowska B.: Porównanie składu chemicznego i właściwości teksturalnych muffin z mieszanki bezglutenowej i mąk owsianych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, 1 (98), 131-142.
- [27] Żbikowska A., Kowalska M., Kobylińska M., Marciniak-Lukasiak K.: Wpływ preparatów karagenowych na jakość wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych. W: *Technologiczne kształtowanie jakości żywności*. Red. K.M. Wójciak i Z.J. Dolatowski. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2015, s. 379-389.
- [28] Żbikowska A., Onacik-Gür S., Kowalska M.: Wpływ błonnika jabłkowego na jakość fizyczną i sensoryczną wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych. *Post. Tech. Przetw. Spoż.*, 2015, 1, 67-73.

EFFECT OF MATCHA GREEN TEA ADDED ON SELECTED DISTINCTIVE QUALITIES OF BAKERY SPONGE-FAT PRODUCTS

S u m m a r y

The objective of the research study was to assess the suitability of Matcha green tea powder for producing gluten-free sponge-fat muffins. An analysis was performed of some selected distinctive qualities of baked muffins (geometric dimensions, volume weight, content of water, colour parameters, texture and sensory assessment) and of raw batter. The Matcha green tea added did not have any significant impact ($p > 0.05$) on the geometrical dimensions, volume and mass of all the muffins analysed. The application of this additive contributed to increasing the level of aeration of raw batter and muffins, i.e. it helped decrease their volumetric mass. The amount of the green tea at a level of 2.5 and 5 % contributed to statistically significantly increasing water content and to improving the texture of muffins. They were characterized by a lower hardness, gumminess and chewiness (approx. 50, 40 and 30 %, respectively) and also by a higher elasticity and cohesiveness (approx. 20 %) compared to the control sample. The colour of raw batter, topping layer and crumb of the muffin was significantly dependent on the quantity of Matcha green tea used. Increasing the content of this component caused the L^* , a^* and b^* parameter of the raw batter and the topping layer of the muffins to decrease. The colour of the crumb differed only in the b^* parameter and its value increased with the increasing amount of the tea powder additive. Clearly visible were the differences in the colour (ΔE) of the muffins with green tea and of the control sample. The muffins with a 2.5 % addition of Matcha green tea were rated the best in terms of their textural properties and general desirability.

Key words: green tea, bakery products, gluten-free diet, texture, colour parameters, sensory assessment



ELŻBIETA MULAWKA, IZABELA DMYTRÓW,
ANNA MITUNIEWICZ-MAŁEK, KRZYSZTOF GODULA

**RODZAJ KULTURY STARTEROWEJ A WYBRANE CECHY
FIZYKOCHEMICZNE SERA TWAROGOWEGO W CZASIE
PRZECHOWYWANIA**

Streszczenie

Analizowano cechy fizykochemiczne, reologiczne (twardość) oraz sensoryczne serów twarogowych kwasowych z mleka krowiego z dodatkiem szczepionki MSO oraz MSO-11 podczas 21 dni chłodniczego przechowywania w temp. 5 ± 1 °C. Wyprodukowane w warunkach laboratoryjnych próbki doświadczalne zapakowano próżniowo w folię PE/PA o grubości 40 µm. Analizę serów twarogowych wykonano bezpośrednio po wyprodukowaniu oraz po 3, 7, 14 i 21 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych. Badane twarogi każdorazowo poddawano ocenie sensorycznej z zastosowaniem skali porządkowej – pięciopunktowej oraz oznaczono w nich zawartość wody i tłuszczu, aktywność wody, kwasowość miareczkową i czynną, wielkość synerезy serwatki oraz twardość. Badane twarogi charakteryzowały się normatywnymi wartościami: zawartości wody i tłuszczu, kwasowości miareczkowej i czynnej oraz twardości. Stwierdzono, że sery twarogowe nie różniły się podstawowym składem chemicznym w czasie przechowywania. Rodzaj kultury starterowej statystycznie istotnie różnicował sery twarogowe pod względem aktywności wody, synerезy serwatki, pH, kwasowości miareczkowej i twardości. Lepszymi cechami sensorycznymi cechował się twaróg wyprodukowany przy użyciu szczepionki MSO. W czasie przechowywania stwierdzono zmniejszenie zawartości wody, przyrost zawartości tłuszczu, zwiększenie ilości serwatki pojawiającej się w opakowaniu próbek doświadczalnych, wzrost kwasowości miareczkowej, zmniejszenie pH oraz przyrost twardości badanych twarogów.

Słowa kluczowe: mleko krowie, twaróg, wskaźniki fizykochemiczne, reologiczne, ocena sensoryczna, kultury starterowe

*Mgr inż. E. Mulawka, dr hab. inż. I. Dmytrów, dr hab. inż. A. Mituniewicz-Malek, mgr inż. K. Godula,
Zakład Technologii Mleczarskiej i Przechowywalnictwa Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa,
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin.
Kontakt: elzbieta.mulawka@zut.edu.pl*

Wprowadzenie

Podstawą przemysłowej produkcji kwasowych serów twarogowych jest proces koagulacji kazeiny zachodzący w wyniku ukierunkowanej fermentacji pod wpływem bakterii fermentacji mlekowej (ang. Lactic Acid Bacteria, LAB) dodawanych do mleka w postaci kultur starterowych lub zakwasu [66]. Powstający kwas mlekowy powoduje obniżenie pH do punktu izoelektrycznego kazeiny i powstanie żelu kazeinowego o uporządkowanej strukturze, który w swych przestrzeniach zamyka wodę wraz z rozpuszczonymi w niej składnikami [18]. Otrzymanie prawidłowego skrzepu twarogowego determinuje przebieg dalszych zabiegów technologicznych, a celem stosowania kultur starterowych jest zapoczątkowanie i zapewnienie optymalnej dynamiki fermentacji mlekowej, a także kształtowanie cech jakościowych sera [8, 18, 47, 52]. Charakter przemian zachodzących podczas wyrobu twarogu zależy od składu mikrobiologicznego szczepionki twarogowej oraz parametrów procesu technologicznego.

Celem pracy była ocena wybranych cech fizykochemicznych sera twarogowego kwasowego wyprodukowanego w warunkach laboratoryjnych przy użyciu dwóch różnych kultur starterowych i poddanego przechowywaniu chłodniczemu w temp. 5 ± 1 °C przez 21 dni bez dostępu światła.

Material i metody badań

Przedmiotem prowadzonych badań były 2 rodzaje sera twarogowego kwasowego wyprodukowanego w warunkach laboratoryjnych. Surowcem do jego produkcji było mleko spożywcze zakupione w handlu detalicznym w lutym 2018 r. Zgodnie z deklaracją producenta (Mlekpól, Polska) mleko przerobowe zawierało 3,2 % tłuszczu, 3,2 % białka i 4,7 % laktozy. W celu uzyskania skrzepu twarogowego wykorzystano dwie liofilizowane mezofilne kultury starterowe (A i B) pochodzące od tego samego producenta (Biochem S.1., Rzym, Włochy). Użyte startery różniły się składem mikroflory. W skład kultury MSO (A) wchodziły szczepy z gatunków: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* oraz *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, natomiast szczepionka MSO-11 (B) zawierała szczepy z gatunków: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Sery twarogowe wyprodukowano z zachowaniem identycznych parametrów technologicznych, zgodnie z Instrukcją Technologiczną „Sery twarogowe niedojrzewające” [24]. Produkcję twarogów A i B rozpoczynano od zaszczerpienia podgrzanego mleka przerobowego (temp. 22 - 23 °C) odpowiednim zakwasem w ilości 5 % (v/v), otrzymanym poprzez ożywienie kultur starterowych. Uaktywnianie szczepionek prowadzono zgodnie z „Instrukcjami technologicznymi produkcji zakwasów”, opracowanymi przez Bielecką [2], w mleku regenerowanym w proszku o 10-procentowej zawartości suchej masy. Oba warianty mleka pozostawia-

no w tej temperaturze do uzyskania skrzepu twarogowego (ok. 10 h). Dojrzały skrzep (pH ok. 4,6) delikatnie podgrzewano w celu oddzielenia od ścian wanny twarożkarskiej, a następnie krojono na prostopadłościany o wymiarach 12×12 cm. Po odwróceniu prostopadłościanów skrzepu poddawano je dogrzewaniu ($1^\circ\text{C}/10$ min), przy jednoczesnym delikatnym mieszaniu. Proces dogrzewania kończono po osiągnięciu temperatury ok. 40°C w centrum gęstwy twarogowej. Uzyskaną gęstwę (po oddzieleniu serwatki na sicie) rozdzielano do jednorazowych worków z elastycznego polietylenu i pozostawiano do ocieknięcia. Otrzymane klinki poddawano prasowaniu za pomocą prasy laboratoryjnej w temp. $10 - 12^\circ\text{C}$, stosując nacisk 1 kg na 1 kg masy sera. Czas prasowania wynosił ok. 60 min [18, 49]. Twarogi pakowano próżniowo w folię PE/PA o grubości $40\ \mu\text{m}$. W systemie pakowania próżniowego stosowano podciśnienie 15 mbar w ciągu 2,5 s oraz opcję „soft-air” na poziomie 400 mbar. Przechowywaniu chłodniczemu w temp. $5 \pm 1^\circ\text{C}$ poddawano po 10 klinków ($300\ \text{g/szt.}$) sera twarogowego każdego rodzaju. Próbkę do analiz pobierano po 3, 7, 14 i 21 dniach chłodniczego przechowywania.

W mleku przerobowym oznaczano kwasowość miareczkową, pH, gęstość, zawartość białka ogólnego i kazeiny oraz zawartość tłuszczu [45, 63]. Otrzymane sery oceniano sensorycznie oraz poddawano analizie fizykochemicznej. Oceny sensorycznej dokonywała 5-osobowa grupa degustatorów przeszkolona i posiadająca doświadczenie w wykonywaniu analiz sensorycznych serów twarogowych. Oceniano strukturę, konsystencję, smak, zapach oraz barwę twarogów [43, 44]. W próbkach doświadczalnych oznaczano zawartość tłuszczu metodą techniczną Gerbera w tłuszczomierzach van Gulika, zawartość wody metodą techniczną poprzez suszenie w temp. 130°C przez 30 min, kwasowość miareczkową w $^\circ\text{SH}$ oraz pH przy użyciu pH-metru CP-411 (Elmetron, Polska) [42]. Oceniano także podatność twarogu na synerезę. Twaróg ważono w opakowaniu (z dokładnością do $0,01\ \text{g}$) oraz po jego usunięciu. Opakowanie osuszano papierowym ręcznikiem. Na podstawie różnicy poszczególnych mas ustalano masę serwatki i wyrażano ją jako procent masy twarogu [21, 61, 63]. Oznaczenie twardości wykonywano przy użyciu analizatora tekstury TA.XT plus (Stable Micro Systems, Anglia). Sery penetrowano dwukrotnie na głębokość 20 mm z prędkością $8\ \text{mm/s}$ oraz z siłą nacisku 1 G. Średnica trzpienia wynosiła 6 mm [17].

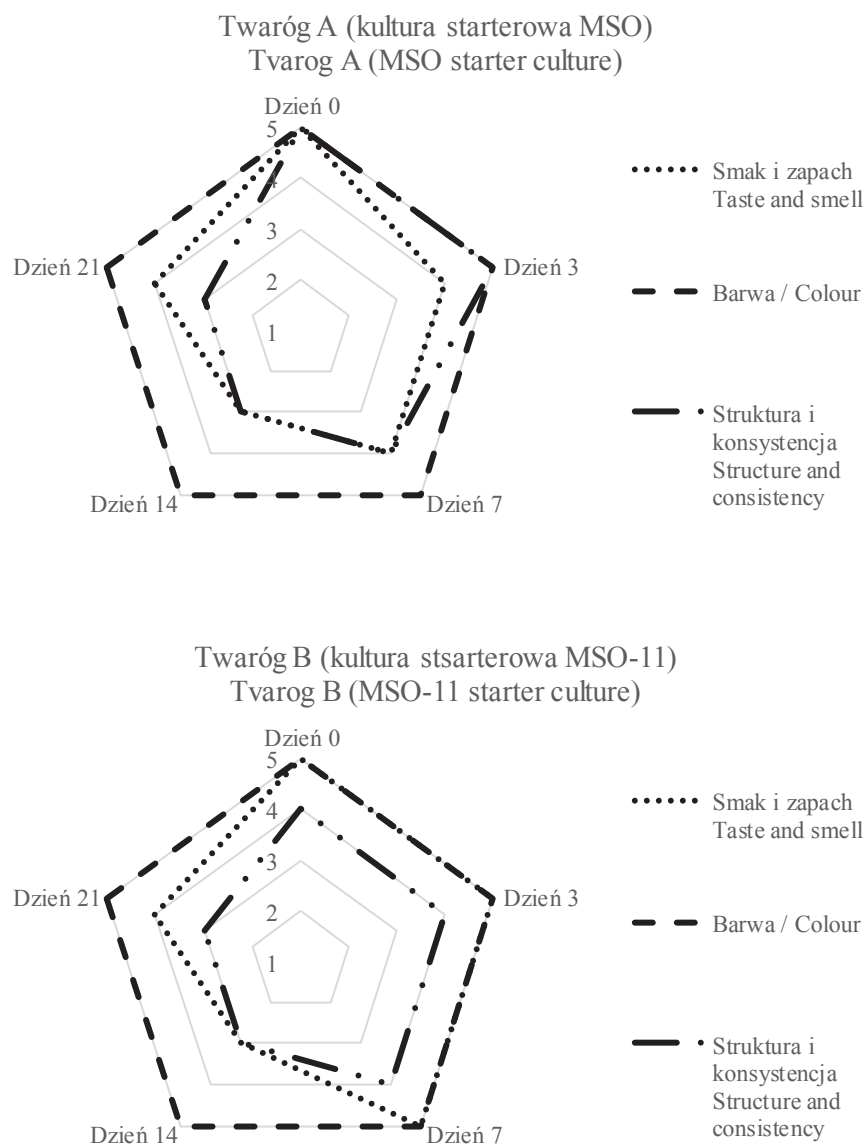
Wszystkie analizy fizykochemiczne oraz ocenę sensoryczną powtórzono w 3 seriach.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Istotność różnic między dwiema wartościami średnimi prób niezależnych i zależnych szacowano testami t-Studenta i Cochran-Coxa. W celu weryfikacji wyników oceny sensorycznej zastosowano test nieparametryczny U Manna-Whitneya, natomiast do oceny istotności wahań analizowanych wskaźników w czasie posłużono się testem χ^2 . Testowanie prowadzono przy $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie wyników przeprowadzonych analiz potwierdzono, że mleko stanowiące surowiec do wyrobu serów twarogowych charakteryzowało się normatywnymi cechami fizykochemicznymi. Gęstość mleka wynosiła $1,031 \text{ g/cm}^3$, kwasowość miarczkowa kształtowała się na poziomie $6,8^\circ\text{SH}$, natomiast jego pH wynosiło 6,6. Mleko zawierało średnio 3,13 % tłuszczu, 3,36 % białka ogólnego oraz 2,57 % kazeiny. Cechy jakościowe oraz trwałość twarogów zależą od wielu czynników, tj. od jakości mleka, przebiegu procesu technologicznego, a także warunków przechowywania. Wielu badaczy dowiodło, że surowiec odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu cech produktu gotowego oraz wydajności produkcji [1, 15, 20, 23, 55]. Według Szpendowskiego i wsp. [54] sposób przygotowania surowca, przebieg koagulacji kazeiny oraz zastosowanie odpowiedniej techniki separacji masy twarogowej ma istotne znaczenie w produkcji twarogów, które charakteryzują się różnymi cechami fizykochemicznymi.

Wykazano, że korzystniejszymi cechami sensorycznymi charakteryzował się ser B wyprodukowany przy użyciu kultury MSO-11. Mimo że oba warianty twarogu odznaczały się właściwymi cechami sensorycznymi, ich smak i zapach oraz struktura i konsystencja ulegały stopniowemu pogarszaniu w miarę upływu czasu przechowywania. Na obniżenie ogólnej oceny sensorycznej, według oceniających, w największym stopniu wpływało pogorszenie smaku i zapachu próbek doświadczalnych, szczególnie zauważalne po 14 dniach cyklu badawczego (rys. 1). Barwa wszystkich badanych próbek w całym analizowanym okresie pozostawała jednolicie biała. Potwierdzono statystycznie istotny wpływ rodzaju zastosowanej szczepionki twarogowej na smak, zapach a także wygląd i konsystencję twarogów. Wyniki badań własnych nie są zaskakujące, ponieważ niejednokrotnie potwierdzono, że to m.in. użycie odpowiednio dobranych kultur starterowych decyduje o cechach sensorycznych uzyskanego twarogu [13, 18, 25]. Także Żylińska i wsp. [64] twierdzą, że atrakcyjność sensoryczna twarogu stanowi wypadkową jakości mleka, przebiegu procesu produkcyjnego oraz właściwości stosowanych kultur starterowych. Jak podają Samaszko-Fiertek i wsp. [48], szczepy *Leuconostoc* wykazują zdolność produkcji egzopolisacharydów. Dzięki swym właściwościom reologicznym pozakomórkowe polisacharydy mają właściwości żelujące, utwardzające i zagęszczające. Mogą wpływać na poprawę tekstury, zapobiegać synerezie oraz wpływać na wygląd produktów mleczarskich [27, 57]. Zdolność produkcji śluzowatych polisacharydów wykazuje także *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* [58]. Oda i wsp. [36] oraz Gibson i Robertfroid [22] również twierdzą, że niektóre szczepy LAB z rodzaju *Lactobacillus*, *Streptococcus* i *Lactococcus* mają zdolność biosyntezy zewnątrzkomórkowych polisacharydów [35]. Substancje te tworzą pożądane cechy sensoryczne, zwiększają lepkość i zabezpieczają przetwory mleczarskie przed synerezą. W badaniach przeprowadzonych przez Śmietanę i wsp. [55], dotyczących



Rys. 1. Wyniki 5-punktowej oceny sensorycznej twarogów A i B przechowywanych w temp. 5 ± 1 °C
Fig. 1. Results of 5-point scale sensory evaluation of A and B tvarogs during storage at 5 ± 1 °C

charakterystyki tradycyjnego „polskiego twarogu”, zaobserwowano dużą stabilność cech sensorycznych prób doświadczalnych podczas chłodniczego przechowywania. Według cytowanych autorów wygląd zewnętrzny twarogów pozostawał niezmienny

w czasie przechowywania, natomiast konsystencja stawała się bardziej zwarta, barwa nieco mniej równomierna, a tekstura bardziej ziarnista. Zwiększyło się także natężenie smaku i zapachu kwaśnego oraz delikatnie cierpkiego. Podobne stanowisko dotyczące wpływu czasu przechowywania na cechy sensoryczne przedstawili również inni autorzy [7, 14, 16].

W przemysłowej produkcji serów twarogowych najważniejszym dodatkiem technologicznym są kultury starterowe zawierające LAB [64]. Odpowiedni ich dobór warunkuje kształtowanie cech jakościowych i atrakcyjności produktu gotowego [4, 46]. LAB nawet w niewielkim stopniu różniące się aktywnością metaboliczną mogą różnicować przetwory mleczarskie pod względem walorów smakowo-zapachowych. Kultura starterowa MSO-11 charakteryzowała się bogatszym składem jakościowym i, w odróżnieniu od szczepionki MSO, zawierała dodatkowo szczepy *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Z badań przeprowadzonych przez Ziółkowskiego i wsp. [61] wynika, że obecność w zakwasach szczepów aromatyzujących, tj. *L. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis* i *Leuconostoc* wpływa na kształtowanie pożądanych cech sensorycznych sera. Paciorkowce z rodzaju *Lactococcus* prowadzą homofermentację z wytworzeniem dużych ilości kwasu mlekowego L(+), z wyjątkiem *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, który produkuje mieszaninę racemiczną kwasu mlekowego oraz fermentuje cytryniany do diacetylu. Natomiast paciorkowce rodzaju *Leuconostoc* to heterofermentatywne bakterie fermentujące laktozę do kwasu mlekowego D(-), ditlenku węgla i etanolu [60]. Bakterie z rodzaju *Lactococcus* są dominującą mikroflorą w twarogach – ich liczba wzrasta w czasie fermentacji mleka, osiągając maksimum podczas obróbki skrzepu. W trakcie schładzania twarogu następuje niewielkie zmniejszenie liczby tych bakterii [34]. Starrenburg i Hugenholtz [53] oraz Smit i wsp. [51] podają, że to właśnie LAB metabolizujące cytryniany do diacetylu odgrywają ważną rolę w kształtowaniu cech sensorycznych młodych serów. Mikroorganizmy te produkują także ditlenek węgla, który w przypadku serów twarogowych może być przyczyną powstawania porowatej i nadmiernie nabrzmiącej konsystencji. W badaniach własnych nie zaobserwowano takiego zjawiska. Jak donosi Usajewicz [56], bakterie z rodzaju *Leuconostoc* powodują również złagodzenie smaku oraz zapachu serów dzięki zdolności przemiany aldehydu octowego, wytwarzanego przez *L. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis*, do diacetylu. Diacetyl jest dosyć niestabilny, przede wszystkim gdy w kulturze starterowej są obecne bakterie produkujące enzym o nazwie reduktaza diacetylu. Enzym ten przekształca diacetyl do bezwonnej acetoiny, a następnie do 2,3-butanodionu, prowadząc do stopniowego zaniku pożądanych cech smakowo-zapachowych produktu [59]. Prawdopodobnie to właśnie wspomniane przemiany były przyczyną osłabienia aromatu badanych serów twarogowych w miarę upływu czasu ich przechowywania.

Potwierdzono w sposób statystycznie istotny, że w całym 21-dniowym okresie przechowywania istotnie większym wyciekem serwatki charakteryzował się ser B otrzymany poprzez ukwaszenie mleka preparatem MSO-11, natomiast mniejszym – twaróg A, do którego produkcji użyto szczepionki MSO (tab. 1). Stwierdzono także istotny przyrost ilości serwatki pojawiającej się w opakowaniach twarogów doświadczalnych. Zwiększającą się w miarę upływu czasu przechowywania próbek doświadczalnych synerezę serwatki zaobserwowali także Karczewska i wsp. [26] w badaniach dotyczących zmian wybranych cech fizykochemicznych twarogów kwasowych w zależności od rodzaju użytego materiału opakowaniowego. Jak podają Litwińczuk i wsp. [29], przyczyn tego zjawiska należy upatrywać w nieodpowiednim rodzaju materiału opakowaniowego (pergamin) oraz źle dobranych parametrach procesu pakowania. Także Śmietana i wsp. [55] twierdzą, że powodem wycieku serwatki w czasie przechowywania twarogu może być stosowanie zbyt dużego podciśnienia podczas pakowania. Wycieku serwatki zaobserwowanego w badaniach własnych nie należy jednak wiązać ze sposobem pakowania próbek doświadczalnych, gdyż zastosowana opcja „soft-air” zapobiega nadmiernemu obkurczaniu folii na produkcie i wymuszonemu wypływaniu serwatki. Natomiast Dmytrów [18] twierdzi, że na ilość wydzielonej serwatki istotny wpływ wywiera rodzaj zastosowanej kultury starterowej. Autorka uważa, że zjawisko to można tłumaczyć tym, że bakterie obecne w szczepionkach twarogowych, dzięki zróżnicowanemu zakwaszaniu środowiska, powodują kurczenie się skrzepu kazeinowego, a tym samym decydują o różnicach wielkości wydzielanej serwatki. Zmiany w układzie koloidalnym twarogu oraz zwiększająca się kwasowość środowiska, wpływająca na wodochłonność białek mleka, mogą także wpływać na zjawisko uwalniania się serwatki. Białka są bowiem czynnikiem wiążącym wodę, zapobiegającym synerezie oraz zwiększającym stabilność produktu [18, 30].

W toku prowadzonych badań stwierdzono statystycznie istotne zmniejszenie zawartości wody oraz towarzyszący mu wzrost zawartości tłuszczu w obu rodzajach twarogu. Nieznacznie większą średnią zawartością wody charakteryzował się ser twarogowy A, do którego produkcji użyto kultury MSO (72,67 %), natomiast mniejszą – twaróg B z dodatkiem szczepionki MSO-11 (72,28 %). Średnia zawartość tłuszczu w serze twarogowym A wynosiła 11,33 %, podczas gdy w twarogu B 11,68 % (tab. 1). Dokonana weryfikacja statystyczna nie potwierdziła jednak istotnego wpływu zastosowanego startera na udział wody i tłuszczu w serach twarogowych. Zaobserwowane zjawiska znajdują potwierdzenie w literaturze przedmiotu. Również inni autorzy stwierdzili brak zależności między rodzajem zakwasu a udziałem wody i tłuszczu w twarogach [12, 18, 28, 41, 50] oraz informowali o zmniejszaniu się zawartości wody w serach twarogowych przechowywanych w warunkach chłodniczych (6 °C) [32]. Pluta i wsp. [41] ocenili wpływ systemu pakowania na jakość twarogów i stwierdzili

Tabela 1. Wybrane cechy jakościowe serów twarogowych kwasowych
Table 1. Selected quality characteristics of acid curd cheeses (tvarogs)

Cecha Feature	Rodzaj sera twarogowego kwasowego / Type of acid curd cheese											
	A (szczepionka MSO / starter culture MSO)						B (szczepionka MSO-11 / starter culture MSO-11)					
	Czas przechowywania [dni] / Storage time [days]											
	0	3	7	14	21	0	3	7	14	21		
pH	4,38 ^A ± 0,01	4,24 ^C ± 0,01	3,95 ^E ± 0,01	4,11 ^G ± 0,01	4,20 ^I ± 0,01	4,45 ^B ± 0,01	4,39 ^D ± 0,01	4,17 ^F ± 0,01	4,22 ^H ± 0,02	4,28 ^J ± 0,01		
Kwasowość miareczkowa Titratable acidity [°SH]	55,50 ^A ± 0,1	56,50 ^D ± 0,1	59,00 ^E ± 0,1	56,50 ^G ± 0,1	61,50 ^I ± 0,1	57,00 ^B ± 0,1	54,00 ^C ± 0,1	60,50 ^F ± 0,1	57,50 ^H ± 0,1	63,00 ^J ± 0,1		
Synereza serwatk Whey syneresis [%]	-	6,89 ^A ± 0,01	7,81 ^C ± 0,01	13,29 ^F ± 0,01	9,23 ^G ± 0,01	-	11,16 ^B ± 0,01	10,20 ^D ± 0,01	12,80 ^E ± 0,01	12,68 ^H ± 0,01		
Zawartość tłuszczu Fat content [%]	10,67 ± 0,2	-	-	10,83 ± 0,2	11,50 ± 0,2	11,38 ± 0,2	-	-	11,17 ± 0,2	11,50 ± 0,2		
Zawartość wody Water content [%]	76,54 ± 0,02	-	-	70,47 ± 0,02	70,98 ± 0,2	74,07 ± 0,02	-	-	71,7 ± 0,02	71,01 ± 0,02		
Aktywność wody Water activity	0,967	0,973	0,967	0,974	0,957	0,967	0,945	0,948	0,943	0,945		
Twardość Hardness [N]	0,30 ^A ± 0,04	1,82 ^D ± 0,04	1,33 ^E ± 0,04	1,26 ^G ± 0,04	1,59 ^I ± 0,04	0,48 ^B ± 0,04	0,96 ^C ± 0,04	1,52 ^F ± 0,04	1,34 ^H ± 0,04	2,14 ^J ± 0,04		

Objaśnienia / Explanatory notes:

A – twaróg wyprodukowany z użyciem szczepionki MSO / tvarog produced with MSO starter culture; B – twaróg wyprodukowany z użyciem szczepionki MSO-11 / tvarog produced with MSO-11 starter culture; - – brak oznaczenia / no determination. W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; A, B, C, ... – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0,05$).

ubytek zawartości wody w próbkach doświadczalnych zapakowanych próżniowo w modyfikowanej atmosferze, jak i bezpróżniowo podczas trzytygodniowego przechowywania (5 ± 1 °C). Według cytowanych autorów zmniejszenie zawartości wody spowodowane było wyciekiem serwatki i gromadzeniem się jej w opakowaniu, co zostało również zaobserwowane w badaniach własnych. Jak podają Mazur [32] oraz Pikul i wsp. [40], zmiany zawartość wody w twarogach są bezpośrednim odzwierciedleniem zjawiska synerезy. Istotny ubytek wody w próbkach doświadczalnych, stwierdzony także w badaniach własnych, najprawdopodobniej był spowodowany częściowo synerезą serwatki, zmieniającą się istotnie w czasie trwania cyklu badawczego. O ubytkach wody w trakcie składowania serów twarogowych donosili także Karczewska i wsp. [26] oraz Dmytrów [18]. O przyroście zawartości tłuszczu, będącym „rekompensatą” ubytku wody, nadmieniali natomiast Dmytrów i wsp. [12]. W literaturze przedmiotu nie odnaleziono dodatkowych informacji na temat zmian zawartości tłuszczu w twarogach przechowywanych chłodniczo. W dostępnych źródłach literaturowych pisze się natomiast o stabilizacji zawartości tego składnika [31, 55].

Analizowane sery twarogowe charakteryzowały się kwasowością miareczkową mieszczącą się w zakresie $54 \div 63$ °SH oraz pH w przedziale $4,11 \div 4,45$. Istotnie większą kwasowością miareczkową, praktycznie w całym ocenianym okresie, charakteryzował się twaróg B (tab. 1). Stwierdzono statystycznie istotny przyrost kwasowości miareczkowej oraz obniżenie wartości pH w obu wariantach prób doświadczalnych, a zaobserwowane wahania tych parametrów w czasie okazały się statystycznie nieistotne (tab. 2). Wyższymi wartościami pH w całym analizowanym okresie cechował się twaróg B. Statystyczna weryfikacja uzyskanych wyników potwierdziła istotny wpływ rodzaju kultury starterowej oraz czasu przechowywania na pH twarogów.

Zdolność szybkiego ukwaszania mleka jest jednym z ważniejszych wymagań stawianych kulturom starterowym stosowanym podczas wyrobu serów, w tym także serków twarogowych i twarogów [11]. Dmytrów [18] podaje, że zazwyczaj w czasie pierwszych dni chłodniczego przechowywania sera odnotowuje się zwiększenie kwasowości, a następnie mniej lub bardziej intensywną redukcję wartości tego parametru. Wzrostowi kwasowości miareczkowej towarzyszy zmniejszenie zawartości laktozy. Jak podają Molska i wsp. [34], obniżenie kwasowości twarogów może wynikać między innymi z proteolizy białka i tworzenia zjonizowanych grup. Wraz z upływem czasu przechowywania zmienia się aktywność enzymów bakteryjnych, a przemianom ulegają także białka. Mikš-Krajnik [33] oraz Caplice i Fitzgerald [9] twierdzą, że bakterie *Lactococcus lactis* mają zdolność rozkładu kazeiny dzięki zakotwiczonej w błonie cytoplazmatycznej proteinazie serynowej. Zewnątrzkomórkowo wydzielane enzymy zakotwiczone w błonach komórkowych kultur starterowych uważane są za główne źródło peptydaz w serach, które biorą udział w hydrolizie oligopeptydów. Komórki

Tabela 2. Wyniki testu χ^2 na równość wariancji
Table 2. Results of the χ^2 test for equality of variances

Parametr Parameter	pH		Kwasowość miareczkowa Titratable acidity		Twardość Hardness		Zawartość wody Water content		Zawartość tłuszczu Fat content		Aktywność wody Water activity		Synteza serwatk Whey syneresis	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
X	4,18	4,30	57,80	58,40	1,26	1,29	72,67	72,27	11,32	11,69	0,98	0,95	9,31	11,71
S ² (X)	0,008	0,006	4,760	9,540	0,270	0,309	7,389	1,762	0,695	0,333	0,0000	0,0000	5,988	1,178
χ^2	0,918	0,734	2,849	5,594	339,884	372,015	1,679	0,504	6,505	2,923	0,041	0,181	110,66	13,744
wartość p p-value	0,922	0,947	0,583	0,531	0,000*	0,000*	0,532	0,817	0,587	0,732	1,000	0,996	0,000*	0,003*

Objaśnienia / Explanatory notes:

* – statystycznie istotne wahania wskaźnika w czasie ($p < 0,05$) / statistically significant fluctuations of feature over time ($p < 0.05$).

bakterii fermentacji mlekowej ulegają stopniowej lizie, uwalniając enzymy wewnątrzkomórkowe, które także w różnym zakresie wpływają na rozkład składników sera. Pluta i wsp. [41] tłumaczyli redukcję kwasowości miareczkowej serów twarogowych zahamowaniem rozwoju, a nawet częściowym wymieraniem paciorkowców mlekowych. Także Ziarno i Godlewska [60] podają, że liczba bakterii z rodzaju *Lactococcus*, będących przeważającą mikroflorą serów twarogowych, ulega zmniejszeniu w trakcie chłodniczego składowania produktu. Wyniki badań własnych nie do końca pozostają w zgodzie z rezultatami badań opisanymi wyżej, gdyż w przypadku obu rodzajów twarogu trzytygodniowy okres przechowywania w warunkach chłodniczych wiązał się ze zwiększaniem ich kwasowości miareczkowej. Jak wynika z literatury przedmiotu, przyrost kwasowości serów w czasie przechowywania jest wynikiem aktywności kwaszającej LAB, dodanych do mleka przerobowego w postaci szczepionki, które pozostają aktywne także w czasie przechowywania twarogów. Zdolność kultur starterowych do fermentowania laktozy do kwasu mlekowego skutkuje wzrostem kwasowości środowiska [34]. Stwierdzone różnice pod względem kwasowości twarogu A i B można tłumaczyć różnicami w składzie szczepionek oraz odmienną aktywnością metaboliczną zawartych w nich bakterii. Osiągnięcie pH zbliżonego do punktu izoelektrycznego kazeiny ($4,4 \div 4,6$) warunkuje prawidłowe krzepnięcie mleka i uzyskanie skrzepu o odpowiedniej zwięzłości [54]. Dmytrów [18] uważa, że o uzyskaniu wymaganej kwasowości środowiska decyduje rodzaj kultury starterowej. Pandey i wsp. [39] twierdzą, że poza zabiegami technologicznymi na ostateczne pH serów może wpływać obecność mikroorganizmów konkurujących i substancji hamujących, występowanie bakteriofagów, aktywność wody oraz pojemność buforowa mleka.

Większą średnią aktywnością wody w czasie przechowywania charakteryzował się ser z dodatkiem kultury starterowej MSO (tab. 1). Mimo przyrostu tego parametru w przypadku twarogu A i jej obniżenia w twarogu B, duża powtarzalność wyników uniemożliwiła statystyczne oszacowanie istotności zaobserwowanych zmian. Aktywność wody będąca termodynamicznym miernikiem potencjału chemicznego wody wpływa na trwałość oraz jakość produktów [4, 38]. Bonczar i wsp. [6] podają, że wskaźnik ten w produktach spożywczych wskazuje na stopień powiązania cząsteczek wody ze składnikami żywności, a w temperaturze powyżej punktu zamarzania zależy głównie od składu produktu [38]. Jej wartości świadczą o możliwości rozwoju mikroorganizmów, co wpływa na trwałość i jakość produktów. Z badań przeprowadzonych przez Ćwiertniewskiego i wsp. [10] wynika, że w przypadku serów twarogowych parametr ten charakteryzuje się wartością $a_w = 0,955$, a ser – trwałością wynoszącą do 48 h w temp. $2 \div 10$ °C. Pałacha i Makarewicz [37] na podstawie wyników przeprowadzonych badań dotyczących aktywności wody wybranych grup produktów spożywczych podają, że wartość tego parametru w przypadku twarogów mieści się w prze-

dziale $0,995 \div 0,999$. Rezultaty badań własnych stanowią potwierdzenie informacji zawartych w literaturze przedmiotu (tab. 1).

Cechą istotnie różnicującą sery twarogowe była ich twardość. Wyższe jej wartości mierzono prawie każdorazowo w twarogu wyprodukowanym z dodatkiem szczepionki MSO-11. Mimo obserwowanych statystycznie istotnych wahań tego parametru (tab. 2) stwierdzono również statystycznie istotny przyrost twardości obu wariantów prób doświadczalnych. Na wynik pomiaru twardości wpływa zwężność skrzepu, rozmieszczenie wody w skrzepie oraz jednorodność próbek doświadczalnych. Nawet niewielkie różnice tych parametrów mogły wpływać na zaobserwowane w badaniach własnych wahania twardości w czasie przechowywania. Według Dzwolaka i wsp. [19] to szczepionka starterowa ukierunkowuje procesy fermentacyjne w produkcji sera oraz oddziałuje na tempo synerезy skrzepu. Proces ten wpływa na ostateczną teksturę twarogu, ponieważ właściwe proporcje pomiędzy ilością wapnia związanego z kazeiną (koloidalnego) i wapnia rozpuszczalnego w fazie wodnej determinują jego podstawową strukturę.

Informacje o przyroście twardości twarogów podczas przechowywania publikują Bohdziewicz [3], Dmytrów i wsp. [12, 16] oraz Mazur [31]. Dmytrów i wsp. [16] dowiedli, że właściwości reologiczne twarogów zależą przede wszystkim od zawartości w nich białka oraz wody. Wraz ze zwiększaniem zawartości białka w twarogach zwiększa się ich twardość, natomiast w przypadku większej ilości wody wartość tego wskaźnika ulega zmniejszeniu. Takie same stanowisko przedstawił Mazur [31], który wykazał, że wraz ze zmniejszaniem się zawartości wody w serze twarogowym zwiększa się jego twardość. Analiza wyników badań własnych potwierdza tę tendencję zarówno w przypadku twarogu A, jak i B. Istotny wpływ na teksturę sera wywierają również metody pakowania. Ziółkowski i wsp. [62] twierdzą, że pakowanie próżniowe narusza strukturę twarogu i prowadzi do zmniejszenia twardości twarogu. W badaniach własnych zastosowano opcję „soft-air”, która podczas pakowania serów zapobiegła nadmiernemu obkurczaniu foli na produkcie oraz naruszeniu jego struktury. Wielu autorów twierdzi również, że na ostateczną teksturę twarogu wpływ wywiera rodzaj kultury starterowej [5, 13, 19]. Zwiększające się zakwaszenie środowiska będące wynikiem aktywności metabolicznej kultur starterowych powoduje kurczenie się skrzepu, lokalne naprężenia i uwalnianie serwatki w rezultacie zwiększenie twardości twarogu.

Wnioski

1. Zastosowane kultury starterowe w istotny sposób różnicowały sery twarogowe kwasowe pod względem cech sensorycznych, kwasowości miareczkowej i czynnej, wielkości wycieku serwatki i twardości.
2. Rodzaj kultury starterowej nie wpływał na zawartość wody i tłuszczu w próbach doświadczalnych.

3. Twaróg wyprodukowany poprzez zaszczepienie mleka kulturą starterową MSO-11 odznaczał się korzystniejszymi cechami sensorycznymi, większym wyciekem serwatki, większą kwasowością miareczkową, wyższym pH i większą twardością.
4. Wyższą aktywność wody w całym okresie badawczym wykazywał ser twarogowy wyprodukowany przy użyciu kultury MSO, duża powtarzalność wyników uniemożliwiła jednak statystyczne oszacowanie istotności zaobserwowanych różnic.
5. Przechowywanie serów twarogowych w warunkach chłodniczych (5 ± 1 °C) wiązało się z przyrostem ich kwasowości miareczkowej, obniżeniem pH i aktywności wody, wzrostem zawartości tłuszczu, a zmniejszeniem zawartości wody oraz zwiększeniem ich twardości.

Literatura

- [1] Baron L., Labastida E., Perea S., Chabiovarri F., Vega C., Vicente M., Torres M., Najera A., Virto M., Santisteban A., Perez-Elortondo F., Albisu M., Salmeron J., Medina C., Torre P., Ibanez C., de Renobales M.: Seasonal change in the composition of bulk ewes milk used for Idiazabal cheese manufacture. *Int. Dairy J.*, 2001, 11, 771-778.
- [2] Bielecka M.: Zakwasy mleczarskie. Instrukcje technologiczne produkcji zakwasów. CZSM, Warszawa 1984, s. 31.
- [3] Bohdziewicz K.: Twaróg – pierwszy świeży ser świata. *Przegl. Mlecz.*, 2009, 2, 4-8.
- [4] Bohdziewicz K.: Wpływ transglutaminazy na proces produkcji, wydatek oraz jakość twarogów. *Przegl. Mlecz.*, 2010, 2, 4-9.
- [5] Bonczar G., Walczycka M.: Zależności między parametrami chemicznymi a teksturą świeżej i parzonej masy serowej z mleka owczego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, 3 (28), 24-31.
- [6] Bonczar G., Wszolek M., Walczycka M., Żebrowska A., Maciejowski K.: Wpływ wybranych czynników na aktywność wody i jakość mikrobiologiczną miękkich serów z mleka owczego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 3 (76), 98-108.
- [7] Borowski J.: Analiza sensoryczna w zapewnieniu i kontroli jakości wyrobów mleczarskich oraz okresu ich przydatności do spożycia. *Przegl. Mlecz.*, 2006, 6, 177-179.
- [8] Candioti M.C., Hynes E., Quiberoni A., Palma S.B., Sabbag N., Zalazar C.A.: Reggianito Argentino cheese: Influence of *Lactobacillus helveticus* strains isolated from natural whey cultures on cheese making and ripening processes. *Int. Dairy J.*, 2002, 12 (11), 923-931.
- [9] Caplice F., Fitzgerald G.F.: Food fermentations: Role of microorganisms in food production and preservation. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, 50, 131-149.
- [10] Ćwierniewski K., Polak E., Egierski K.: Aktywność wody – parametr trwałości produktów spożywczych. *Przem. Spoż.*, 2005, 59 (11), 16-19.
- [11] Dal Bello B., Cocolin I., Zeppa G., Field D., Cotter P.D., Hill C.: Technological characterization of bacteriocin producing *Lactococcus lactis* strains employed to control *Listeria monocytogenes* in Cottage cheese. *Int. J. Food Microbiol.*, 2012, 153, 58-65.
- [12] Dmytrów I., Kryża K., Dmytrów K., Lisiecki S.: Wpływ opakowania na wybrane cechy jakościowe sera twarogowego kwasowego przechowywanego w warunkach chłodniczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 1 (50), 64-76.
- [13] Dmytrów I., Kryża K., Dmytrów K.: The effect of starter inoculation type on selected qualitative attributes of acid curd cheeses [tvarogs] stored under cooling conditions. *EJPAU*, 2007, 10 (4), 1-4.

- [14] Dmytrów I., Mituniewicz-Malek A., Dmytrów K., Antonowicz J.: Evaluation of selected physico-chemical properties of tvarog produced from extender shelf life milk (ESL). *Food Sci. Technol.*, 2009, 12 (3), 01.
- [15] Dmytrów I., Mituniewicz-Malek A., Dmytrów K.: Fizykochemiczne i sensoryczne cechy sera twarogowego kwasowego wyprodukowanego z mleka koziego oraz mieszaniny mleka koziego i krowiego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, 2 (69), 46-61.
- [16] Dmytrów I., Mituniewicz-Malek A., Dmytrów K.: Ocena wybranych wyróżników jakości serków twarogowych kwasowo-podpuszczkowych dostępnych w handlu detalicznym. *Chłodnictwo*, 2009, 44, 66-73.
- [17] Dmytrów I.: Wpływ probiotycznych bakterii kwasu mlekowego na stabilność przechowalniczą kwasowych serów twarogowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, 5 (102), 49-60.
- [18] Dmytrów I.: Wybrane czynniki technologiczne jako determinanty jakości sensorycznej i stabilności przechowalniczej serów twarogowych kwasowych. Rozprawa habilitacyjna, ZUT, Szczecin 2012.
- [19] Dzwolak I., Przybylski R., Jankowski P., Żuraw J.: Wpływ stosowanego zakwasu roboczego na wydatek sera. *Przegl. Mlecz.*, 2006, 2, 8-10.
- [20] Fekadu B., Soryal K., Zeng S., Van Hekken D., Bah B., Villaquiran M.: Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. *Small Ruminant Res.*, 2005, 95 (1), 55-63.
- [21] Fritzen-Freire C.B., Muller C.M.O., Laurindo J.B., Prudencio E.S.: The influence of *Bifidobacterium* Bb-12 and lactic acid incorporation on the properties of Minas Frescal cheese. *J. Food Eng.*, 2010, 96, 621-627.
- [22] Gibson G.R., Robertfroid M.B.: Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J. Nutrition*, 1995, 124, 1401-1412.
- [23] Haenlein G.F.W.: Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk [on line]. University of Delaware, Newark 2003. <http://www.ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-10.htm>
- [24] Instrukcja technologiczna CZSM 342/88. Sery twarogowe niedojrzewające. Warszawa 1988.
- [25] Jakuszkowiak A.: Wpływ rodzaju zastosowanej szczepionki twarogowej na wybrane wskaźniki fizykochemiczne kwasowych serów twarogowych przechowywanych w warunkach chłodniczych. Praca magisterska, AR w Szczecinie, Szczecin 2005.
- [26] Karczewska D., Pikul J., Pluszka H., Chudy S.: Zmiany wybranych cech fizykochemicznych tradycyjnie pakowanego twarogu w zależności od rodzaju użytego materiału opakowaniowego. *Chłodnictwo*, 2005, 10, 46-51.
- [27] Kumar A.S., Mody K., Jha B.: Bacterial exopolysaccharides – a perception. *J. Basic Microbiol.*, 2007, 47, 103-117.
- [28] Kurkowska J.: Wpływ szczepionki twarogowej na wybrane cechy jakościowe sera twarogowego. Praca magisterska. AR w Szczecinie. Szczecin 2007.
- [29] Litwińczuk A., Barłowska J., Król J., Nowakowska J., Topyła B.: Jakość serów twarogowych dostępnych w sieci detalicznej Kielc i Lublina. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, 4 (37) Supl., 251-258.
- [30] Lorenzen P.C., Mautner A., Schlimme E.: Effect of enzymatic crosslinking of milk proteins on the resulting properties of yoghurt products. *Kiel. Milchwirtsch. Forschungsber.*, 1999, 51, 89-97.
- [31] Mazur J.: Próba normalizacji metodyki badań profilowej analizy tekstury serów. Towarzystwo Wyd. Nauk. Libropolis, Lublin 2013.
- [32] Mazur J.: Zmiany tekstury w trakcie przechowywania w różnych warunkach serów twarogowych kwasowych otrzymanych metodą tradycyjną. *Inżynieria Rolnicza*, 2009, 2 (111), 99-106.
- [33] Mikš-Krajnik M.H.: Rola paciorkowców mlekowych i pałeczek propionowych w procesie dojrzewania sera typu szwajcarsko-holenderskiego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 1 (80), 45-59.

- [34] Molska I.: Zarys mikrobiologii mleczarskiej. PWRiL, Warszawa 1988.
- [35] Nordmark E.L., Yang Z., Huttunen E., Widmalm G.: Structural studies of an exopolysaccharide produced by *Streptococcus thermophilus* THS. *Biomacromolecules*, 2005, 6, 105-108.
- [36] Oda M., Hasegawa H., Komatsu S., Kambe M., Tsuchiya F.: Anti-tumor polysaccharide from *Lactobacillus* sp. *Agric. Biol. Chem.*, 1983, 47, 1623-1625.
- [37] Pałacha Z., Makarewicz M.: Aktywność wody wybranych grup produktów spożywczych. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2011, 2, 24-29.
- [38] Pałacha Z.: Aktywność wody – ważny parametr trwałości żywności. *Przem. Spoż.*, 2008, 4, 22-27.
- [39] Pandey P.K., Ramaswamy H.S., St-Gelais D.: Evaluation of pH kinetics during various stages of Cheddar cheese-making from raw, pasteurized, micro-filtered and high-pressure-treated milk. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 2003, 36, 497-506.
- [40] Pikul J., Karczewska D., Cais-Sokolińska D., Danków R.: Physicochemical, microbiological and sensory changes occurring in tvarog in Eco Lean and vacuum packed during refrigerated storage. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, 15 (56), 173-178.
- [41] Pluta A., Wnuk B., Ziarno B., Berthold A.: Wpływ systemu pakowania twarogu na jego jakość. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, 4 (37) Supl., 330-340.
- [42] PN-EN ISO 8968-4:2016-06. Mleko i przetwory mleczne. Oznaczanie zawartości azotu. Część 4: Oznaczanie zawartości azotu białkowego i niebiałkowego oraz obliczanie zawartości białka właściwego (Metoda odniesienia).
- [43] PN-ISO 22935-2:2013-07. Mleko i przetwory mleczne. Analiza sensoryczna. Część 2: Zalecane metody oceny sensorycznej.
- [44] PN-ISO 22935-3:2013-07. Mleko i przetwory mleczne. Analiza sensoryczna. Część 3: Wytyczne do oceny zgodności właściwości cech sensorycznych ze specyfikacjami produktu z zastosowaniem metody punktowej.
- [45] PN-ISO 488:2010. Mleko. Oznaczanie zawartości tłuszczu. Tłuszczomierze Gerbera.
- [46] Rybka J., Kołakowski P., Fetiński A.: Wymagania dla kultur starterowych do produkcji tradycyjnego twarogu kwasowego. *Biul. Inform. Rhodia Food Biolacta.*, 2000, 20, 3-6.
- [47] Samaržija D., Lukač Havranek J., Antunac N., Sikora S.: Characteristic and role of mesophilic lactic cultures. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 2001, 6 (22), 113-120.
- [48] Samaszko-Fierteck J., Kuźma M., Dmochowska B., Ślusarz R., Madaj J.: Egzopolisacharydy bakteryjne – budowa i funkcje. *Wiadomości Chemiczne*, 2016, 70, 7-8.
- [49] Siemianowski K., Szpendowski J., Bohdziewicz K., Kołakowski P.: Wartość odżywcza twarogu kwasowego otrzymanego z mleka zagęszczonego wyparanie oraz metodą ultrafiltracji (UF). *Nauki Inżynierskie i Technologie*, 2013, 4 (11), 111-119.
- [50] Siemianowski K., Szpendowski J., Bohdziewicz K., Kołakowski P., Pawlikowska K., Bardowski J., Chmielewska M., Żylińska J.: Wpływ zawartości suchej masy w mleku na dynamikę ukwaszania oraz cechy jakościowe skrzepu twarogowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2013, 1 (86), 151-165.
- [51] Smit G., Smit B.A., Engels W.J.: Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews*, 2005, 29 (3), 591-610.
- [52] Souza C., Saad S.: Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt starter culture and implications on physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage. *Food Sci. Technol.*, 2009, 42 (2), 633-640.
- [53] Starrenburg M.J., Hugenholtz J.: Citrate fermentation by *Lactococcus* and *Leuconostoc* spp. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1991, 57 (12), 3535-3540.
- [54] Szpendowski J., Salmanowicz J.: Właściwości fizykochemiczne i odżywcze serwatki i permeatu otrzymywanych w czasie produkcji serów twarogowych. *Przegl. Mlecz.*, 2007, 6, 4-6.

- [55] Śmietana Z., Szpendowski J., Bohdziewicz K.: Charakterystyka tradycyjnego "polskiego twarogu" otrzymanego według własnej nowoczesnej techniki i technologii. *Przegl. Mlecz.*, 2003, 4, 126-129.
- [56] Usajewicz I.: Mikrobiologia mleka i jego przetworów. W: *Mleczarstwo*. Tom I. Red. S. Ziajka. Wyd. UWM, Olsztyn 2007, ss. 152-204.
- [57] Van Kranenburg R., Boels I.C., Kleerebezem M., de Vos W.M.: Genetic and engineering of microbial exopolysaccharides for food: Approaches for the production of existing and novel polysaccharides. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 1999, 10, 498-504.
- [58] Welman A.D., Maddox I.S.: Exopolysaccharides from lactic acid bacteria: Perspectives and challenges. *Trends Biotechnol.*, 2003, 21, 269-274.
- [59] Zaręba D., Ziarno M.: Mikrobiologia: Kultury bakteryjne do twarogów. *Forum Mleczarskie Biznes.*, 2016, 4 (26), 1-4.
- [60] Ziarno M., Godlewska A.: Znaczenie i wykorzystanie bakterii rodzaju *Lactococcus* w mleczarstwie. *Med. Weter.*, 2008, 64 (1), 35-39.
- [61] Ziółkowski T., Panfil-Kuncewicz H., Staniewska K., Szpendowski J.: Durability of tvarogs produced with modified technology and packed with different methods. *Pol. J. Nat. Sci.*, 2004, 2, 163-170.
- [62] Ziółkowski T., Staniewska K., Panfil-Kuncewicz H.: Metody pakowania a bezpieczeństwo i trwałość twarogów i serów dojrzewających. *Przegl. Mlecz.*, 2003, 7, 269-272.
- [63] Zmarlicki Z.: Ćwiczenia z analizy mleka i produktów mlecznych. Wyd. AR. Warszawa 1981, ss. 11-79.
- [64] Żylińska J., Siemianowski K., Bohdziewicz K., Pawlikowska K., Kołakowski P., Szpendowski J., Bardowski J.K.: Kultury starterowe do produkcji twarogów kwasowych – rola i oczekiwania. *Post. Mikrob.*, 2014, 53 (3), 288-298.
- [65] Żywica R., Szpendowski J., Banach J., Jamiółkowski.: Wpływ zmian sezonowych składu chemicznego mleka na wydatek serów twarogowych. *Przegl. Mlecz.*, 2008, 11, 12-16.

TYPE OF STARTER CULTURE AND SELECTED PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF CURD CHEESE (TVAROG) DURING STORAGE

S u m m a r y

There were analysed physicochemical, rheological (hardness) and sensory properties of acid curd cheese (tvarog) produced from cow's milk with added MSO and MSO-11 starter cultures during a 21-day storage period at 5 ± 1 °C. The experimental samples, produced under the laboratory conditions, were vacuum-packed in a 40 µm thick PE/PA foil. The analysis of curd cheeses (tvarogs) was performed immediately after production and after 3, 7, 14 and 21 days of cold storage. The tvarogs analysed were every time sensory evaluated using a five-point ordinal scale and there were determined: the contents of water and fat, water activity, titratable and active acidity, the amount of whey syneresis and hardness. It was found that during storage the cheeses evaluated did not differ in their basic chemical composition. The type of starter culture significantly differentiated the tvarogs as regards their water activity, whey syneresis, pH, titratable acidity and hardness. The cheese produced using the MSO starter culture was characterized by better sensory characteristics. During storage there were reported: the decrease in the water content, the increase in fat content, the increase in the amount of whey occurring in the packages with experimental samples, the increase in the titratable acidity, the drop in pH and the increase in the hardness of the tvarogs analysed.

Key words: cow's milk, tvarog, physicochemical characteristics, rheological characteristics, sensory evaluation, starter cultures 

MARIAN FLIS, EUGENIUSZ R. GRELA, DARIUSZ GUGAŁA,
ALBERT KOŁODZIEJSKI

**SKŁAD TUSZKI I PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH MIĘŚNI
PIERSIOWYCH SAMCÓW I SAMIC BAŻANTA ŁOWNEGO
(*PHASIANUS COLCHICUS*)**

Streszczenie

W pracy dokonano oceny wybranych cech anatomiczno-morfologicznych samców i samic bażanta łownego (*Phasianus colchicus*) pochodzących z dzikiej populacji w rejonie Wyżyny Lubelskiej. Bażanty pozyskano w trakcie polowań w listopadzie 2017 roku w obwodach łowieckich, w których nie były prowadzone zasiedlenia tym gatunkiem. W badaniach wykorzystano 30 ptaków, z czego 10 to samice pozyskane w ośrodku hodowli zwierzyny, a 20 – samce pozyskane w obwodach łowieckich dzierżawionych przez koła łowieckie. Po wypatroszeniu tuszki zważono oraz wypreparowano mięsień piersiowy (*m. pectoralis*) ptaków. W mięśniu określono zawartość tłuszczu, profil kwasów tłuszczowych oraz wyznaczono indeks aterogenny (AI) i trombogenny (TI), jak również proporcję kwasów hipocholesterolemicznych/hipercholesterolemicznych. Wykazano wyraźny dymorfizm płciowy pod względem masy ciała, a tym samym masy tuszki na korzyść samców. W przypadku ptaków młodych różnica ta wynosiła 274,3 g, a dorosłych – 392,2 g. Również wszystkie oceniane narządy wewnętrzne kur, klasyfikowane jako podroby, miały zdecydowanie mniejszą masę. Najmniejszą wydajnością rzeźną, wynoszącą 70,5 %, charakteryzowały się kury dorosłe, zaś największą – na poziomie 74,2 % – kury młode. Uzyskane wskaźniki wydajności rzeźnej są zbliżone do rezultatów wydajności rzeźnej bażantów z chowu fermowego, a niewielkie odstępstwa uwarunkowane były wiekiem ptaków oraz ich pochodzeniem. Profil kwasów tłuszczowych tłuszczu bażantów był bardziej zdeterminowany wiekiem ptaków niż płcią. Najbardziej korzystny skład kwasów tłuszczowych oraz wskaźniki atero- i trombogenne stwierdzono w tłuszczu mięśni piersiowych jednorocznych bażantów.

Słowa kluczowe: bażant łowny, masa ciała, masa tuszki, podroby, wydajność rzeźna, skład kwasów tłuszczowych

*Dr hab. M. Flis, mgr inż. D. Gugała, mgr A. Kołodziejski, Katedra Zoologii i Ekologii Zwierząt, prof. dr hab. E. R. Grela, Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii, Wydz. Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin.
Kontakt: marian.flis@up.lublin.pl*

Wprowadzenie

Zainteresowanie mięsem zwierząt dzikich sięga dawnych czasów, gdyż w diecie człowieka pojawiło się ok. 3 mln lat temu. Pierwsi ludzie polowali, aby przeżyć, co sprawia, że można ich określić myśliwymi tamtych czasów, a ich organizmy przystosowane były do regularnego spożywania mięsa. Również w epoce lodowcowej mięso upolowanych zwierząt stanowiło podstawową dietę *homo sapiens* ze względu na brak pokarmu pochodzenia roślinnego lub ograniczoną jego dostępność. Najogólniej można stwierdzić, że dziczyzna jako surowiec mięsny pochodzący z tusz upolowanych zwierząt łownych na polskich stołach gościła niemal od zawsze. Na znaczeniu straciła dopiero ok. 15 - 10 tys. lat p.n.e., kiedy nastąpiło udomowienie zwierząt [17, 19, 24, 25].

Wraz z upływem czasu i z postępem cywilizacyjnym wielokierunkowym przekształceniom uległo środowisko przyrodnicze, a wraz z nim zmieniała się rodzima fauna. Niektóre gatunki wyginęły, natomiast inne znalazły niemal optymalne warunki bytowania. Dodatkowo pojawiły się gatunki obce, dotąd niewystępujące na naszych terenach. Jednym z nich był bażant, nienależący do rodzimych gatunków fauny. Gatunek ten pojawił się jednak w Europie dość wcześnie, bo ponad 2 tys. lat temu. Początkowo jako ptak parkowy, a w późniejszym okresie – gatunek użytkowy. Pierwsze wzmianki o występowaniu bażantów na terenie naszego kraju pochodzą z 1567 roku [3, 10, 16]. Prowadzenie intensywnej hodowli tego gatunku, zwłaszcza po II wojnie światowej, sprawiło, że obecnie występuje on na terenie całego kraju. Posiada status gatunku łownego. Łowieckie pozyskiwanie w powiązaniu z poprawą warunków środowiskowych i zasiedleniami łowisk na poziomie ok. 150 tys. ptaków rocznie przyczynia się do względnej stabilizacji populacji tego gatunku. Wielkość rocznego odstrzału samców na poziomie nieprzekraczającym zasiedleń sprawia, że wśród zwierzyny drobnej, która w ostatnich dziesięcioleciach przeżywa regres liczebności, populacja bażanta jest dość stabilna. Wskazuje to, że gospodarka łowiecka związana z tym gatunkiem prowadzona jest na zasadach zrównoważonego rozwoju, a łowieckie pozyskiwanie tylko części populacji gwarantuje jej dalsze prawidłowe funkcjonowanie. Nie bez znaczenia pozostaje to, że łowieckie pozyskiwanie wyłącznie samców wpływa także stabilizująco na strukturę płciową, co odgrywa istotną rolę w procesach doboru naturalnego tego gatunku [6, 9, 11, 13, 30, 32]. Niemniej jednak spożycie mięsa pochodzącego ze zwierząt dzikich w naszym kraju należy do najniższych w Europie [14, 35].

Mięso bażantów cechuje się znacznymi walorami żywieniowymi i prozdrowotnymi. Na podkreślenie zasługują cechy smakowe, wysoka strawność oraz jakość mięsa, o której w dużej mierze decyduje zawartość kwasów tłuszczowych, zwłaszcza wielonienasyconych (PUFA *n-3* i *n-6* w odpowiedniej proporcji). Mięso bażantów może zmniejszać ryzyko otyłości i chorób sercowo-naczyniowych. Wiek ptaków i płeć mogą znacznie modyfikować skład tuszki [1, 5, 18, 22], jakość mięsa i profil kwasów tłuszcz-

czowych [4, 22, 25, 26, 30, 33]. Dość istotną rolę w tym względzie odgrywa także okres i sposób przechowywania tuszki przed spożyciem, a głównie jej mrożenie [2, 7, 20].

Celem pracy była ocena wybranych cech anatomiczno-morfologicznych kogutów i kur bażantów pozyskanych w środowisku naturalnym oraz określenie masy ciała i wydajności poubojowej, jak również profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu mięśni piersiowych w zależności od wieku i płci ptaków.

Material i metody badań

Materiał do badań stanowiły samce i samice bażanta łownego pozyskane w trakcie polowań w obwodach łowieckich zlokalizowanych w rejonie Wyżyny Lubelskiej. Badania takie są rzadko prowadzone, gdyż zgodnie z obowiązującym prawem samice mogą być odstrzelone wyłącznie na terenach ośrodków hodowli zwierzyny, co znacznie ogranicza dostępność materiału doświadczalnego. Do badań przeznaczono 30 ptaków, z czego 10 stanowiły samice pozyskane w ośrodku hodowli zwierzyny, a 20 – samce pozyskane w obwodach łowieckich dzierżawionych przez koła łowieckie. Ptaki zostały odstrzelone zgodnie z obowiązującym prawem. Pozyskanie odbywało się w rejonach, w których wcześniej nie były prowadzone zasiedlenia bażantów, zatem były to ptaki dzikie. Ocenę płci pozyskanych ptaków przeprowadzono z uwzględnieniem cech dymorfizmu płciowego. Na podstawie charakterystycznych cech, tj. barwy cieków, kształtu dzioba, „bursy Fabrycjusza” oraz kształtu i rozwoju ostrogi u samców, dokonano oceny wieku i podzielono osobniki na młode (do pierwszego roku życia) oraz dorosłe (powyżej pierwszego roku życia). Bezpośrednio w terenie dokonywano ważenia każdego osobnika na wadze laboratoryjnej z dokładnością do 1 g. Kolejne ważenie wykonywano w warunkach laboratoryjnych po dekapitacji oraz usunięciu dolnych partii nóg. Następnie ważono osobniki po oskubaniu oraz tuszki po wypatroszeniu. Dokonywano także pomiaru masy narządów wewnętrznych, tj. serca, wątroby oraz żołądka mięśniowego po oczyszczeniu z treści pokarmowej.

W kolejnym etapie preparowano mięśnie piersiowe (*m. pectoralis*) ptaków, mielono je w maszynce do mielenia mięsa z siatką o średnicy oczek 2 mm, a uzyskany farsz dokładnie mieszano. Próbkę pakowano w folię spożywczą, schładzano i przechowywano w chłodziarce jedną dobę w temp. 4 °C, po czym zamrażano i przechowywano w temp. -40 °C do czasu przeprowadzenia analiz laboratoryjnych.

Zawartość tłuszczu surowego oznaczano metodą Folcha i wsp. [15]. W uzyskanym tłuszczu oznaczano profil kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej. Estrы metylowe kwasów tłuszczowych oznaczano w chromatografii gazowej Varian CP 3800 przy następujących warunkach oznaczeń: kolumna kapilarna CP WAX 52CB DF 0,25 UM, 100 m długości, gaz nośny – hel, przepływ – 1,4 ml/min, temperatura pracy kolumny – 120 °C ze stopniowym wzrostem 2 °C/min do 210 °C, czas oznaczeń

– 157 min, temperatura dozownika – 160 °C, temperatura detektora – 160 °C, gazy wspomagające – wodór i powietrze.

Obliczano także wskaźniki jakości tłuszczu mięśnia, tj. indeks aterogeny (AI) i trombogenny (TI) według równania podanego przez Ulbrichta i Southgate'a [33]:

$$AI = [(4 \times C14:0) + C16:0] / [n-6 \text{ PUFA} + n-3 \text{ PUFA} + \text{MUFA}];$$

$$TI = [C14:0 + C16:0 + C18:0] / [(0.5 \times \text{MUFA}) + (0.5 \times n-6 \text{ PUFA}) + (3 \times n-3 \text{ PUFA}) + n-3/n-6 \text{ PUFA}].$$

Proporcję kwasów hipocholesterolemicznych/hipercholesterolemicznych (h/H) wyliczano z równania podanego przez Fernándeza i wsp. [12]:

$$h/H = (C18:1 + C18:2 + C18:3 + C20:3 + C20:4 + C20:5 + C22:4 + C22:5 + C22:6) / (C14:0 + C16:0).$$

Wskaźniki jakości tłuszczu w postaci indeksów TI (trombogenny) i AI (aterogeny), wyrażające proporcje wybranych kwasów nasyconych do nienasyconych z odpowiednimi mnożnikami regresji wielokrotnej, uważa się za lepsze wskaźniki wartości dietetycznej i zdrowotnej tłuszczu niż stosunek kwasów PUFA/SFA. Przyjmuje się, że im niższa jest ich wartość, tym korzystniejszy jest profil kwasów tłuszczowych pod względem zdrowotnym. Wiąże się to z tym, że nie wszystkie kwasy SFA są hipercholesterolemiczne, a działanie protekcyjne wykazują oprócz kwasów wielonienasyconych (PUFA) także kwasy jednonienasycone (MUFA).

W celu określenia różnic pomiędzy średnimi wartościami analizowanych cech w zależności od wieku i płci bażantów wykonano dwuczynnikową analizę wariancji. Do zweryfikowania istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi zastosowano test Tukeya ($p \leq 0,05$) dla danych nieortogonalnych w programie Statistica 10.0.

Wyniki i dyskusja

Wystąpiły znaczące, statystycznie istotne różnice ($p \leq 0,05$) masy ciała i masy tuszki pomiędzy osobnikami młodymi i dorosłymi zarówno w grupie samców, jak i samic (tab. 1). W obydwu grupach wiekowych różnice pod względem masy ciała i masy tuszki oraz średnich wartości cech mierzonych podczas postępowania po odstrzale (masa tuszki bez głowy i dolnych partii nóg, masa tuszki po oskubaniu) były znaczące i statystycznie istotne ($p \leq 0,05$). Średnia masa ciała samców bażantów, bez względu na wiek, była o 354,7 g większa niż samic. Również średnia masa tuszki samców była większa o 259,9 g w porównaniu z samicami. W obydwu przypadkach różnice były statystycznie istotne ($p \leq 0,05$).

Masa narządów wewnętrznych również wykazywała znaczne zróżnicowanie ze względu na wiek i płeć ptaków (tab. 2). Zarówno młode, jak i dorosłe samce charakteryzowały się większą masą serca – koguty miały średnio o 2,7 g większe serca w porównaniu z kurami. Różnice te były statystycznie istotne ($p \leq 0,05$).

Tabela 1. Masa ciała i masa tuszki [g] na kolejnych etapach postępowania z upolowanymi bażantami
 Table 1. Body weight and weight of carcass [g] at successive stages of proceeding with hunted pheasants

Wiek zwierząt Age animals		Masa ciała Body weight		Masa tuszki bez głowy i dolnych partii nóg Weight of carcass without head and lower parts of legs		Masa tuszki po oskubaniu Carcass weight after plucking		Masa tuszki Carcass weight	
		Samce Male	Samice Female	Samce Male	Samice Female	Samce Male	Samice Female	Samce Male	Samice Female
Młode Young	n	8	5	8	5	8	5	8	5
	$\bar{X}$	1218,3 ^{a,x}	944,0 ^{b,x}	1168,3 ^{a,x}	908,6 ^{b,x}	1020,0 ^{a,x}	803,8 ^{b,x}	860,0 ^{a,x}	700,0 ^{b,x}
	SD	73,3	40,3	78,6	38,5	54,0	44,4	70,4	28,5
Dorośle Adult	n	12	5	12	5	12	5	12	5
	$\bar{X}$	1432,2 ^{a,y}	1040,0 ^{a,y}	1375 ^{a,y}	1003,1 ^{b,y}	1217 ^{a,y}	854,6 ^{b,x}	1054,6 ^{a,y}	733,6 ^{b,x}
	SD	99,5	41,8	98,4	40,6	82,1	72,5	87,1	76,6
Ogółem Total	n	20	10	20	10	20	10	20	10
	$\bar{X}$	1346,7 ^a	992,0 ^b	1292,7 ^a	956,2 ^b	1138,7 ^a	829,2 ^b	976,7 ^a	716,8 ^b
	SD	139,1	63,73	137,0	62,5	122,3	62,7	125,9	56,7

Objaśnienia / Explanatory notes:

$\bar{X}$ – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation; a, b – średnie masy ciała i tuszki pomiędzy samcami i samicami w grupach wiekowych oraz ogółem różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean weights of body and carcass differ statistically significantly ($p \leq 0,05$) between males and females in age groups and in total; x, y – średnie masy ciała i tuszki pomiędzy osobnikami młodymi i dorosłymi w grupie samców i samic różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean weights of body and carcass differ statistically significantly ($p \leq 0,05$) between young and adult specimens in the group of males and females.

Średnia masa serca samic młodych i dorosłych różniła się o 0,2 g i była statystycznie nieistotna ($p > 0,05$). Dorosłe samce oraz samice miały większe wątroby niż młode ptaki. Różnice masy tych narządów wynosiły odpowiednio: 1,4 g i 2,8 g, ale nie były one statystycznie istotne ($p > 0,05$). Samce miały wątroby średnio o 4,3 g cięższe niż samice. Podobnie, jak w przypadku innych narządów, samce charakteryzowała większa ($p \leq 0,05$) masa żołądka mięśniowego w porównaniu z kurami. Z uwagi na wiek większą masę żołądków miały osobniki młode i dorosłe samice. W obydwu przypadkach różnice te okazały się jednak statystycznie nieistotne ($p > 0,05$). Niezależnie od wieku, we wszystkich przypadkach samce miały większą ($p \leq 0,05$) masę ocenianych narządów wewnętrznych w porównaniu z samicami.

Tabela 2. Masa narządów wewnętrznych [g] kogutów i kur bażantów

Table 2. Mass of internal organs [g] cocks and pheasants hens

Wiek zwierząt Age animals		Serce / Heart		Wątroba / Liver		Żołądek / Stomach	
		Samce Male	Samice Female	Samce Male	Samice Female	Samce Male	Samice Female
Młode Young	n	8	5	8	5	8	5
	$\bar{X}$	5,8 ^{a,x}	4,2 ^{b,x}	19,7 ^{a,x}	14,8 ^{a,x}	20,0 ^{a,x}	13,4 ^{b,x}
	SD	0,4	0,4	4,1	3,3	3,7	1,34
Dorosłe Adult	n	12	5	12	5	12	5
	$\bar{X}$	7,2 ^{a,y}	4,4 ^{a,x}	21,1 ^{a,x}	17,6 ^{a,x}	18,4 ^{a,x}	14,6 ^{b,x}
	SD	1,2	0,4	4,4	2,3	3,7	1,5
Ogółem Total	n	20	10	20	10	20	10
	$\bar{X}$	6,7 ^a	4,3 ^b	20,5 ^a	16,2 ^b	19,1 ^a	14,0 ^b
	SD	1,8	0,5	4,2	3,0	3,7	1,5

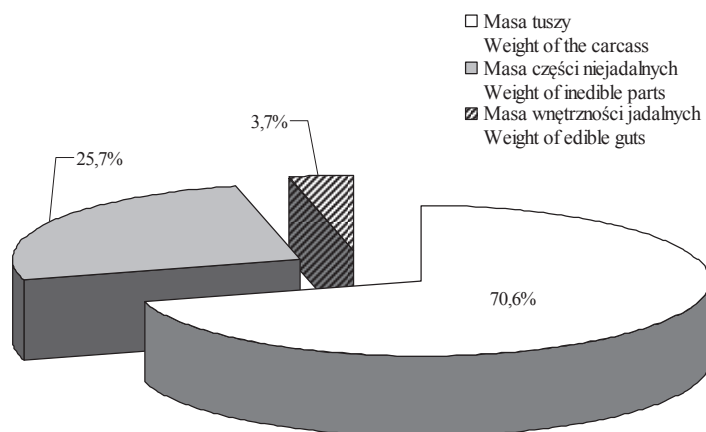
Objaśnienia / Explanatory notes:

$\bar{X}$ – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation; a, b – średnie masy narządów wewnętrznych pomiędzy samcami i samicami w grupach wiekowych i ogółem różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean weights of internal organs differ statistically significantly ($p \leq 0,05$) between males and females in age groups and in general; x, y – średnie masy narządów wewnętrznych pomiędzy osobnikami młodymi i dorosłymi w grupie samców i samic różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean weights of internal organs differ statistically significantly ($p \leq 0,05$) between young and adults in group of males and females ($p \leq 0,05$).

Wydajność rzeźna bażantów była zależna od płci i wieku ptaków. W przypadku młodych samców udział tuszki stanowił 70,6 % masy ciała. Pozostałą część stanowiły części niejadalne oraz jadalne narządy wewnętrzne (podroby), których udział stanowił 3,7 % masy ciała (rys. 1). Dorosłe samce charakteryzowała większa wydajność rzeźna (rys. 2). Udział tuszki w masie ciała stanowił 73,6 %, udział części niejadalnych – 23,1 %, a podrobów – 3,3 %. Z kolei wydajność rzeźna młodych samic była największa i wynosiła 74,2 % (rys. 3), zaś samic dorosłych – najmniejsza (70,5 %) i zbliżona do młodych samców (rys. 4).

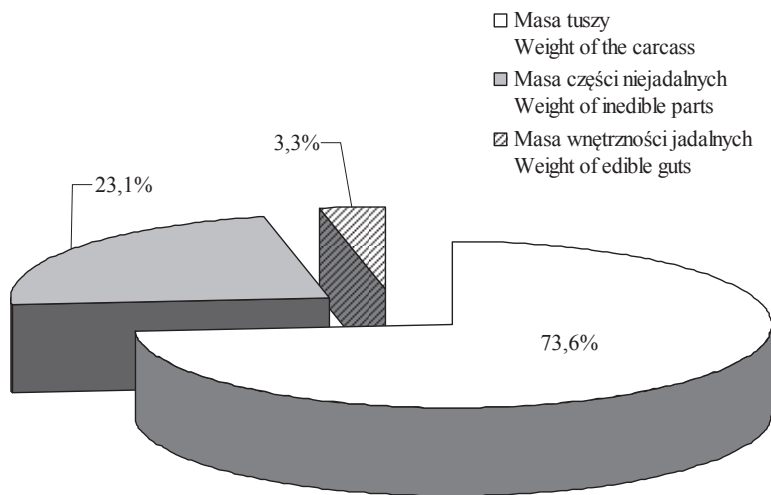
Przedstawione wyniki masy ciała samców i samic bażantów są znacznie wyższe niż 16-tygodniowych ptaków utrzymywanych w warunkach hodowli fermowej. Mieczkowska i wsp. [31] podali masę tuszki samców bażantów fermowych 16-tygodniowych na poziomie 870,9 g, zaś samic – 628,9 g. Z kolei wydajność rzeźna samic i samców w tych samych badaniach była mniejsza w porównaniu z ptakami dzikimi objętymi niniejszymi badaniami i wynosiła 69,6 %, zaś udział podrobów w tuszce ptaków dzikich, zwłaszcza samic, był mniejszy. Z kolei Kokoszyński i wsp. [21] w badaniach przyrostów masy ciała bażantów w chowie zamkniętym uzyskali średnią masę ciała kogutów 16-tygodniowych na poziomie 1240 g, a 20-tygodniowych – 1355 g. Masa ciała kur w tych samych badaniach wynosiła odpowiednio: 956 i 998 g.

Wydajność rzeźna w wieku 20 tygodni kształtowała się na poziomie ok. 70 %. W badaniach wpływu wieku i płci na cechy użytkowe tuszek bażantów fermowych masa ciała 12-tygodniowych samców wynosiła 937 g, 16-tygodniowych – 1198 g,



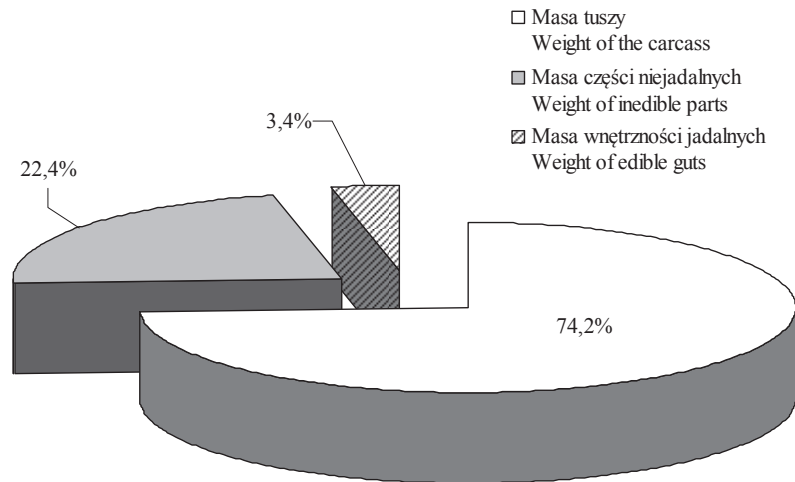
Rys. 1. Wydajność rzeźna młodych samców bażantów

Fig. 1 Slaughter productivity of young male pheasants



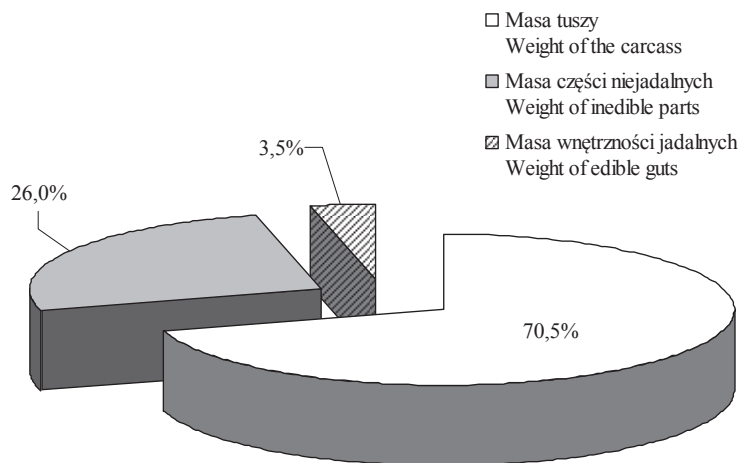
Rys. 2. Wydajność rzeźna dorosłych samców bażantów

Fig. 2 Slaughter productivity of adult male pheasants



Rys. 3. Wydajność rzeźna młodych samic bażantów

Fig. 3. Slaughter productivity of young female pheasants



Rys. 4. Wydajność rzeźna dorosłych samic bażantów

Fig. 4. Slaughtering productivity of adult female pheasants

a 20-tygodniowych – 1247 g. Masa ciała kur w tych samych okresach kształtowała się na poziomie odpowiednio: 710, 874 i 888 g [1]. W tych samych badaniach wydajność rzeźna 16- i 20-tygodniowych kogutów była zbliżona i wynosiła ok. 73 % [1]. Wydajność rzeźna 16-tygodniowych bażantów fermowych podana przez Łukasiewicz i wsp. [29] wynosiła w przypadku kogutów 71,9 %, a kur – 73,5 %. W tych samych bada-

niach masa ciała samców kształtowała się na poziomie 1226,2 g, a samic – 1124,9 g. Biesiada-Drzazga i wsp. [4] prowadzili badania wydajności rzeźnej bażantów fermowych w użytkowaniu mięsnym i wykazali, że ciała kogutów w 20. tygodniu życia osiągnęły masę 1039 g, a kur – na poziomie 813 g. Masa serca kogutów była mniejsza, a kur – osiągnęła taką samą wartość jak w niniejszych badaniach. Z kolei masa wątroby kur i kogutów była zbliżona. Wyniki masy ciała i wydajności rzeźnej bażantów pochodzących z chowu fermowego w badaniach innych autorów [1, 4, 21, 29] różnią się od wyników odnoszących się do ptaków dziko żyjących, uzyskanych w badaniach własnych. Różnice te mogą być warunkowane wiekiem ptaków, jak również zupełnie odmiennym spektrum czynników związanych ze środowiskami, w których przebywają. Jednocześnie należy podkreślić, że w literaturze przedmiotu brak jest szczegółowych danych dotyczących opisanych cech bażantów dzikich, a zwłaszcza samic, co uwarunkowane jest brakiem możliwości pozyskania materiału doświadczalnego.

Badania porównawcze cech anatomiczno-morfologicznych samców bażantów dzikich i pochodzących z chowu zamkniętego prowadzone w 2010 roku w rejonie Wyżyny Lubelskiej umożliwiły wykazanie wyraźnej przewagi masy ciała bażantów pochodzących z hodowli zamkniętej nad dzikimi [3]. Uzyskane wyniki wskazują, że masa ciała kogutów dzikich jest obecnie większa niż tych w 2010 roku oraz zdecydowanie mniejsza w porównaniu z bażantami fermowymi pochodzącymi z tego okresu. Również masa serca i wątroby obecnie jest zdecydowanie mniejsza w porównaniu zarówno z kogutami dzikimi, jak i fermowymi w 2010 roku [3].

W składzie kwasów tłuszczowych mięśnia piersiowego uwidocznił się wpływ zarówno wieku, jak i dymorfizmu płciowego (tab. 3). W tłuszczu mięśnia piersiowego dorosłych samic stwierdzono mniejszy udział kwasu palmitynoleinowego (16:1, *n*-9), wakcenenowego (18:1, *n*-7), linolenowego (18:3, *n*-3) i arachidonowego (20:4, *n*-6), a większy – kwasu stearynowego (18:0), oleinowego (18:1, *n*-9) i linolowego (18:2, *n*-6) niż w tłuszczu mięśnia młodych ptaków. Znacząco odmienne relacje odnotowano w tłuszczu samców, gdyż osobniki dorosłe cechowały się większym udziałem kwasu stearynowego (18:0), linolowego (18:2, *n*-6), a istotnie mniejszym – kwasu oleinowego (18:1, *n*-9) i arachidonowego (20:4, *n*-6) w tłuszczu mięśnia piersiowego (tab. 3). Największy udział kwasów nasyconych stwierdzono w tłuszczu dorosłych samców, jednonienasyconych – samców młodych, a wielonienasyconych – samic niezależnie od wieku. Najmniej korzystne indeksy AI, TI i h/H stwierdzono w tłuszczu mięśnia piersiowego samców dorosłych, a najbardziej korzystną proporcją kwasów PUFA *n*-6/*n*-3 cechował się tłuszcz mięśniowy bażantów młodych, przede wszystkim samic, lecz różnica wartości średnich nie była statystycznie istotna ($p > 0,05$).

Tabela 3. Profil kwasów tłuszczowych [%] tłuszczu mięśnia piersiowego bażantów w zależności od płci i wieku

Table 3. Profile of fatty acids [%] of breast muscle fat of pheasants depending on sex and age

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Samice / Females			Samce / Males			SEM
	Młode Youngs	Dorosłe Adults	$\bar{X}$	Młode Youngs	Dorosłe Adults	$\bar{X}$	
C 12:0	0,03	0,05	0,04	0,06	0,04	0,05	0,001
C 14:0	0,74	0,69	0,72	0,67	0,73	0,70	0,06
C 16:0	23,52	23,23	23,37 ^x	23,63	24,40	24,02 ^y	0,69
C 16:1 <i>n</i> -9	4,75 ^a	4,02 ^b	4,39 ^x	3,77	3,58	3,67 ^y	0,23
C 17:0	0,11	0,18	0,14	0,15	0,16	0,16	0,05
C 17:1	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,001
C 18:0	8,64	9,15	8,89 ^x	9,50 ^b	10,38 ^a	9,94 ^y	0,42
C 18:1 <i>n</i> -9	35,52	36,20	35,86 ^x	37,88 ^a	35,49 ^b	36,68 ^y	1,04
C 18:1 <i>n</i> -7	3,88 ^a	3,31 ^b	3,55	3,95 ^a	3,44 ^b	3,69	0,21
C 18:2 <i>n</i> -6	16,58 ^b	17,79 ^a	17,19 ^x	15,38 ^b	16,66 ^a	16,02 ^y	0,54
C 18:3 <i>n</i> -3	1,13 ^a	0,87 ^b	1,00	0,98	0,91	0,95	0,19
C 20:0	0,14	0,11	0,13	0,10	0,10	0,10	0,02
C 20:1 <i>n</i> -9	0,26	0,26	0,26	0,20	0,20	0,20	0,07
C 20:2 <i>n</i> -6	0,17	0,13	0,15	0,19	0,12	0,15	0,08
C 20:4 <i>n</i> -6	3,62 ^a	3,27 ^b	3,45	3,52 ^a	3,10 ^b	3,31	0,24
SFA	33,09	33,21	33,10 ^x	32,95 ^b	35,64 ^a	34,29 ^y	1,39
MUFA	44,74	44,14	44,44	46,16 ^a	43,08 ^b	44,62	1,23
PUFA	21,50	22,07	21,78 ^x	20,07	20,79	20,43 ^y	0,81
PUFA <i>n</i> -3	1,13 ^a	0,87 ^b	1,00	0,98	0,91	0,95	0,11
PUFA <i>n</i> -6	20,37	21,20	20,79 ^x	19,08	19,87 ^y	19,48	1,15
<i>n</i> -3/ <i>n</i> -6	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01
AI	0,40	0,39	0,40	0,38	0,43	0,41	0,07
TI	0,91	0,94	0,93	0,92 ^b	1,04 ^a	0,98	0,11
h/H	2,50	2,57	2,53	2,66 ^a	2,37 ^b	2,52	0,14
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	18,03 ^b	24,37 ^a	21,20 ^x	19,47 ^b	21,83 ^a	20,65 ^y	1,06

Objaśnienia / Explanatory notes:

$\bar{X}$ – wartość średnia / mean value; a, b – średni udział kwasów tłuszczowych pomiędzy grupami wiekowymi samców lub samic różni się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean share of fatty acids differ statistically significantly ($p \leq 0,05$) among age groups for males and females; x, y – średni udział kwasów tłuszczowych pomiędzy samcami i samicami różni się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean share of fatty acids differ statistically significantly ($p \leq 0,05$) between males and females.

Skład kwasów tłuszczowych mięśnia piersiowego bażantów kształtował się na poziomie podanym przez innych autorów [28, 29, 31]. Generalnie tłuszcz mięśnia piersiowego cechował się większym udziałem kwasów tłuszczowych nasyconych, głównie stearynowego, a mniejszym kwasów PUFA, zwłaszcza linolowego. Nieco odmienne

wyniki przedstawiono w pracy Mieczkowskiej i wsp. [31], którzy odnotowali większy udział kwasu stearynowego, a mniejszy – linolenowego w mięśniach piersiowych samic niż samców, lecz badania te prowadzone były na osobnikach pochodzących z chowu fermowego. Z kolei Kotowicz i wsp. [26] podali, że występują różnice ilości kwasów tłuszczowych w mięśniach piersiowych samców i samic bażantów pochodzących z chowu fermowego. Ulbricht i Southgate [33] uważają indeksy aterogeny (AI) i trombogeny (TI), wyrażające proporcję wybranych kwasów tłuszczowych nasyconych do nienasyconych, za lepsze wskaźniki aterogeniczności i trombogeniczności niż stosunek kwasów PUFA/SFA. Przyjmuje się, że im niższa jest ich wartość, tym profil kwasów tłuszczowych jest korzystniejszy pod względem zdrowotnym dla człowieka. Wiąże się to z tym, że nie wszystkie kwasy SFA są hipercholesterolemiczne, a działanie protekcyjne oprócz kwasów wielonienasyconych (PUFA) wykazują także kwasy jednonienasycone (MUFA). Najbardziej korzystne wskaźniki AI i TI oraz stosunek PUFA $n-6/n-3$ stwierdzono w tłuszczu mięśnia piersiowego bażantów młodych. Uzyskane wyniki badań wskazują na wysoką wartość żywieniową i prozdrowotną mięsa bażantów. Stosunek PUFA/SFA w tłuszczu samic na poziomie 0,66, a samców – 0,60, jak również stosunek $n-6/n-3$ wynoszący w przypadku samic 21,20, a samców – 20,65 jest potwierdzeniem walorów prozdrowotnych tego rodzaju mięsa [8, 34].

Wnioski

1. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają występowanie wyraźnego dymorfizmu płciowego bażantów dzikich pod względem masy ciała i narządów wewnętrznych, jak również zróżnicowanie profilu kwasów tłuszczowych. Dymorfizm płciowy nie rzutował jednak na wydajność rzeźną. Wyrażna przewaga masy ciała samców wskazuje na większe możliwości wykorzystania ich tuszek do celów kulinarnych.
2. Przedstawione wyniki dotyczące cech anatomiczno-morfologicznych samców i samic bażantów dzikich wskazują, w odniesieniu do danych literaturowych, na zdecydowanie mniejszą masę ciała oraz wydajność rzeźną ptaków dzikich niezależnie od płci w porównaniu z bażantami utrzymywanymi w warunkach fermowych. Uwarunkowane jest to mniejszym otluszczeniem oraz nieznacznie mniejszą masą mięśni.
3. Profil kwasów tłuszczowych tłuszczu bażantów był bardziej zdeterminowany wiekiem ptaków niż płcią. Najbardziej korzystny skład kwasów tłuszczowych oraz wskaźniki atero- i trombogenne odnotowano w tłuszczu mięśnia piersiowego jednorocznych bażantów.
4. Uzyskane wyniki potwierdzają bardzo wysokie walory prozdrowotne mięsa bażantów, które stanowić może interesujący składnik diety ludzi. Powinno to znaleźć odzwierciedlenie w promocji tego rodzaju mięsa i jego wyrobów, a tym samym

zachęcać konsumentów do jego spożycia. Warto byłoby też określić wpływ zróżnicowanej diety bażantów pod względem składników mineralnych w połączeniach organicznych na zawartość tych składników w mięsie bażantów.

Literatura

- [1] Adamski M., Kuźniacka J.: The effect of age and sex on slaughter traits of pheasants (*Phasianus colchicus* L.). Anim. Sci. Pap. Rep., 2006, 24, 11-18.
- [2] Attia Y.A., Al-Harhi M.A., Korish M.A., Shiboob M.M.: Fatty acid and cholesterol profiles, hypocholesterolemic, atherogenic, and thrombogenic indices of broiler meat in the retail market. Lipids Health Dis., 2017, 16, 40-47.
- [3] Beeger S., Wójcik M., Flis M., Marecki M., Pyrkosz R., Dziedzic R.: Cechy anatomomorfologiczne bażantów z hodowli fermowej i wolno żyjących. Med. Weter., 2017, 73 (6), 370-374.
- [4] Biesiada-Drzazga B., Socha S., Janocha A., Banaszkiewicz T., Koncerewicz A.: Ocena wartości rzeźnej i jakości mięsa bażantów łownych (*Phasianus colchicus*). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2011, 1 (74), 79-86.
- [5] Bogosavljevic-Boskovic S., Kurcubic V., Petrovic D.M., Radovic V.: The effect of sex and rearing system on carcass composition and cut yields of broiler chickens. Czech J. Anim. Sci., 2006, 51 (1), 31-38.
- [6] Bresiński W., Kamieniarz R., Panek M.: Gospodarowanie podstawowymi gatunkami zwierzyny drobnej. Poradnik zagospodarowania łowisk polnych i gospodarowania podstawowymi gatunkami zwierzyny drobnej. Wyd. Łowiec Polski, Warszawa 2003, ss. 120-135.
- [7] Chwastowska-Siwiecka I., Kaliniewicz J., Kondratowicz J., Skiepmo J.: Wpływ czasu zamrażalniczego przechowywania i metody rozmrażania na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego mięsa króliczego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2014, 4 (95), 122-135.
- [8] Deng Y., Padilla-Zakour O., Zhao Y., Tao S.: Influences of high hydrostatic pressure, microwave heating, and boiling on chemical compositions, antinutritional factors, fatty acids, *in vitro* protein digestibility, and microstructure of buckwheat. Food Bioprocess Technol., 2015, 8 (11), 2235-2245.
- [9] Dziedzic R.: Introdukcje wybranych gatunków zwierzyny drobnej. W: Nauka łowiectwu. Cz. 1. Kryzys zwierzyny drobnej i sposoby przeciwdziałania. Wyd. Samorząd Województwa Mazowieckiego, Warszawa 2007, ss. 48-50.
- [10] Dzięciołowski R., Kowalina E., Plata Z., Sikorski J.: Bażant – hodowla i użytkowanie. PWRiL, Warszawa 1971, ss. 5-126.
- [11] Dzięciołowski R.: Idea zrównoważonego łowiectwa na świecie. Ann. Warsaw Univ. Life Sci. – SGGW, Anim. Sci., 2011, 50, 3-10.
- [12] Fernández M., Ordóñez J.A., Cambero I., Santos C., Pin C., Hoz L.: Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. Food Chem., 2007, 101, 107-112.
- [13] Flis M.: Efektywność wsiedleń bażantów z hodowli wolierowych na Wyżynie Lubelskiej. Przegl. Hod., 2012, 10-12, 23-25.
- [14] Flis M., Magdziak K., Rataj B.: Społeczne i ekonomiczne uwarunkowania spożycia dziczyzny. Przegl. Leś., 2017, 8 (314/XXVII), 12-14.
- [15] Folch J., Less M., Stanley G.H.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 1957, 226, 497-509.
- [16] Glutz V., Blotzheim U.N., Bauer K., Bezzel E.: Handbuch der Vögel Mitteleuropas 5. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main 1973, pp. 322-372.

- [17] Higman B.W.: Historia żywności. Wyd. Aletheia, Warszawa 2012.
- [18] Hofbauer P., Smulders F.J.M., Vodnansky M., Paulsen P., El-Ghareeb W.R.: A note on nest quality traits of pheasants (*Phasianus colchicus*). Europ. J. Wildl. Res., 2010, 56 (5), 809-813.
- [19] Kasprzyk A.: Mięso w diecie człowieka – historia, teraźniejszość i przyszłość. W: Produkcja zwierzęca w warunkach zrównoważonego rolnictwa. Mat. LXXVIII Zjazdu Nauk. Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, Kraków 2013, ss. 133-145.
- [20] Klebaniuk R., Patkowski K., Kowalczyk-Vasilev E.: Wpływ przechowywania mięsa jagnięcego na jego jakość fizyko-chemiczną. Bromat. Chem. Toksykol., 2011, XLIV (1), 76-81.
- [21] Kokoszyński D., Bernacki Z., Cisowska A.: Growth and development of young game pheasant (*Phasianus colchicus*). Archiv Tierzucht., 2011, 54, 83-92.
- [22] Kokoszyński D., Bernacki Z., Duszyński L.: Body conformation, carcass composition and physico-chemical and sensory properties of meat from pheasants of different origin. Czech J. Anim. Sci., 2012, 57 (3), 115-124.
- [23] Kokoszyński D., Bernacki Z., Pieczewski W.: Carcass composition and quality of meat from game pheasants (*P. colchicus*) depending on age and sex. Europ. Poult. Sci., 2014, 78. DOI: 10.1399/eps.2014.16.
- [24] Konarzewski M.: Na początku był głód. Ewolucja ludzkiej diety. PIW, Warszawa 2005.
- [25] Konarzewski M.: Od paleolitu do syntetycznego hamburgera: ewolucyjna historia zwyczajów żywieniowych człowieka. W: Ewolucja na talerzu, czyli wczoraj, dziś i jutro żywienia człowieka. Red. J. Gawęcki. Wyd. UP, Poznań 2015, ss. 9-23.
- [26] Kotowicz M., Lachowicz K., Lisiecki S., Szczygieski M., Zych A.: Characteristics of common pheasant (*Phasianus colchicus*) meat. Arch. Geflügelk., 2012, 4 (76), 270-276.
- [27] Kuźniacka J., Adamski M., Bernacki Z.: Effect of age and sex of pheasants (*Phasianus colchicus* L.) on selected physical properties and chemical composition of meat. Ann. Anim. Sci., 2007, 1 (7), 45-53.
- [28] Litwińczuk A., Dziedzic R., Litwińczuk Z., Grodzicki T., Kędzierska-Matysek M.: Comparison of nutritional value of meat of wild and farm pheasants. Fleischwirtschaft Inter., 2007, 2 (22), 50-52.
- [29] Łukasiewicz M., Michalczyk M., Głogowski R., Balcerak M., Popczyk B.: Carcass efficiency and fatty acid content of farmed pheasant (*Phasianus colchicus*) meat. Ann. Warsaw Univ. Life Sci. SGGW, Anim. Sci., 2011, 49, 199-203.
- [30] Mazaraki M.: Łowiectwo w Polsce. Krajowa Agencja Wydawnicza, Kraków 1993, ss. 151-166.
- [31] Mieczkowska A., Kokoszyński D., Wasilewski R., Bernacki Z.: Skład tuszki i jakość mięsa bażantów zwyczajnych (*Phasianus colchicus colchicus*) w zależności od płci ptaków. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2015, 3 (100), 95-106.
- [32] Mróz E.: Bażanty. Oficyna Wyd. „HOZA”, Warszawa 2003, ss. 5-128.
- [33] Ulbricht T.L.V., Southgate D.A.T.: Coronary disease seven dietary factors. Lancet, 1991, 338, 985-992.
- [34] Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M.: Effects of fatty acids on meat quality: A review. Meat Sci., 2004, 66 (1), 21-32.
- [35] Żmijewski T., Cierach M., Kwiatkowska A.: Wartość użytkowa tusz zwierząt łownych. Roczn. Inst. Przem. Mięs. Tłuszcz., 2007, SLV (2), 17-23.

CARCASS COMPOSITION AND FATTY ACID PROFILE OF PECTORAL MUSCLE OF MALE AND FEMALE PHEASANTS (*PHASIANUS COLCHICUS*)**S u m m a r y**

In the research study, there were assessed some selected anatomical and morphological features of male and female pheasants (*Phasianus colchicus*) from a wildlife population in the region of the Lublin Upland. The pheasants were acquired during hunts in hunting areas in November 2017, where no reintroduction of this species was carried out. Thirty birds were utilized in the research study, of which 10 were females recruited at a game breeding centre and 20 males were acquired in hunting districts leased by hunting clubs. The carcasses were eviscerated, weighed and the breast muscle (*m. pectoralis*) of the birds was dissected. In the muscle, there were determined the fat content and the fatty acid profile as were the atherogenic (AI) and thrombogenic (TI) index and the ratio of hypocholesterolemic/hypercholesterolemic acids. A marked sexual dimorphism was shown in the body weight and thus in the carcass weight in favour of the males. In the case of young birds, the difference was 274.3 g and in the case of the adults – 392.2 g. Also, as for the hens, the weight of all their internal organs classified as offals was significantly lower. The adult hens were characterised by the lowest slaughter efficiency equalling 70.5 %, whereas the young hens by the highest equalling 74.2 %. The slaughterhouse performance indicators obtained were similar to those obtained for the pheasants bred in poultry farms; small deviations were conditioned by the age and origin of the birds. The profile of fatty acid in the fat of pheasants was determined more by the age of birds than by their sex. The most beneficial composition of fatty acids and the most beneficial athero- and thrombogenic indices were found in the fat in pectoral muscles of one-year-old pheasants.

Key words: pheasant, body weight, carcass weight, offals, slaughter yield, fatty acid composition 

ANNA AUGUSTYŃSKA-PREJSNAR, MAŁGORZATA ORMIAN,
ZOFIA SOKOŁOWICZ, ANNA ROGOWSKA

EFFECT OF MARINATING BROILER CHICKEN MEAT WITH ACID WHEY ON PRODUCT QUALITY AND CONSUMER ACCEPTANCE

S u m m a r y

In the research study, acid whey was used to marinate chicken broiler meat. The raw material used in the research study consisted of breast muscles of broiler chickens ($n = 90$); they were marinated with the acid whey added ($n = 30$) and, comparatively, with a marinade with the addition of lemon juice ($n = 30$). The concentration of lemon juice was designed to correspond to pH of the acid whey (4.54). Non-marinated breast muscles were a control group ($n = 30$). The assessment of the raw and grilled product included a sensory assessment (pts) and the determination of the following: quality parameters (marinade absorption, pH and colour in the CIE $L^* a^* b^*$ system), nutritional value (protein, fat, mineral compounds in the form of ash), textural parameters (shear force as well as hardness, springiness, gumminess, chewiness). The research study showed that compared to marinating the breast muscles with lemon juice, marinating them using whey increased the uptake of marinade, advantageously ($p < 0.05$) affected tenderness (measured by a Warner-Bratzler shear force), hardness (assessed using a TPA texture profile analysis), the ash content of the raw and heat-treated product, the reduction in saturation of red (a^*) and the increase in saturation of yellow (b^*) in the general colour tone. In the sensory assessment, the marinating with the use of whey positively affected the juiciness and tenderness of the grilled product. Also an overall acceptability of the attributes analysed was reported. The results obtained allow to conclude that acid whey can be used as a natural marinade for broiler chicken meat.

Key words: broiler chicken meat, marinating, whey, lemon juice, quality

Introduction

Poultry meat and products made from it are becoming more and more popular among consumers. With the growing interest in convenience food, the demand for marinated broiler chicken meat is increasing [30]. Marination is a simple procedure applied in order to improve the tenderness, juiciness and aroma of meat. The selection

Dr inż. A. Augustyńska-Prejsnar, dr inż. M. Ormian, dr hab. inż. Z. Sokółowicz, prof. nadzw., mgr inż. A. Rogowska, Katedra Produkcji Zwierzęcej i Oceny Produktów Drobiarskich, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów. Kontakt: augusta@ur.edu.pl

of marinade ingredients is constantly being improved so that the product obtained meets the expectations of consumers [10, 17]. Synthetic additives used to marinate meat are not gaining consumer acceptance. Changes occurring in the diet and eating habits along with care for the health and the growing consumer awareness cause consumers to increasingly utilise natural food additives, which, apart from the taste, have a beneficial effect on the functioning of human body [19, 31]. Consumers are more and more aware of diet-related health problems and therefore they demand natural ingredients, which are expected to be safe and health-promoting [8]. In the group of natural additives used to marinate meat it is possible to use, for example: natural fruit and vegetable acids, herbs and their extracts, sea salt and fermented milk beverages [18, 28]. Lemon juice is a common ingredient of meat marinades, it is used as a preservative and it improves sensory characteristics [20]. The interest of the meat industry is currently focused on the use of whey in the functional food production. Acid whey is a source of valuable nutrients such as: whey proteins (β -lactoglobulin, α -lactalbumin, immunoglobulin, bovine serum albumin (BSA) and lactoferrin), mineral compounds and lactic acid bacteria [27]. Acid whey has many physiological functions, i.e.: antifungal, antiviral, antibacterial, anticarcinogenic and anti-inflammatory; also it has a positive effect on the nervous system and the iron-binding capacity [17, 27, 32].

The results of the most recent scientific research indicate the possibility of using acid whey to marinate beef and pork [9, 15, 17, 28, 31, 33] in order to improve the sensory characteristics and health safety of the product. In order to meet the needs of consumers looking for new ingredients of marinades, it is proposed to use the acid whey as a natural additive to marinate meat of broiler chickens.

The objective of the research study was to evaluate the use of acid whey as a natural marinade additive to marinate breast muscles of broiler chickens in terms of their qualitative characteristics and consumer acceptance of the product.

Material and methods

Breast muscles (*musculus pectoralis*) constituted the raw material for the study; they were obtained from 35-day-old ROSS 308 broiler chickens reared in the same production cycle. The chickens were slaughtered and dissected according to the industry standards set for the poultry slaughterhouses. The birds were mechanically slaughtered after they had been subjected to vet tests and a combined water-electricity stunning treatment. The parameters of the electric current delivered to stun the birds complied with Council Regulation (EC) No. 1099/2009 [24] on the protection of animals at the time of killing. Soon after the bleeding and scalding (56 ± 2 °C), the birds were plucked and mechanically gutted. The carcasses were chilled in two stages: in water with temperatures of up to 16 °C and, next, by an air-jet method to reach an in-meat temperature of 2 °C. From the carcasses chilled a skinless breast meat was manu-

ally cut out. The tests were carried out on single breast muscles ($n = 90$, their mean weight being $200 \pm 50\text{g}$), which were transported in isothermal containers to the laboratory and stored in a refrigerator at $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 6 h; they were weighed with an accuracy of 0.01 g and individually marked. The non-marinated breast muscles ($n = 30$) were a control group (group C).

Acid whey was purchased in a local farm, where dairy cattle are organically bred and where dairy organic products are produced. Fresh unpasteurized milk underwent a natural milk fermentation process. Afterwards it was heated to a temperature of approx. $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. After acid coagulation of milk, a protein curd precipitated and the whey was separated from the curd. The analysis of the chemical composition of whey was performed with an Analyzer of the Chemical Composition of Milk and Dairy Products, Bentley B-150 (Bentley, USA). For this purpose the whey was thoroughly mixed in a water bath at $40\text{ }^{\circ}\text{C}$; the determination was made on the "whey" calibration in triplicate. The whey contained 0.86 % protein, 0.19 % fat, 5.12 % lactose and 7.17 % dry matter. The active acidity in the whey was determined by a pH-meter FiveEasy PLUS FP20 (Mettler Toledo, Switzerland) equipped with an LE438 electrode with an integrated temperature sensor; the pH value of the product was 4.54 ± 0.32 .

A fresh lemon juice ($\text{pH } 2.28 \pm 0.41$) was used; it was squeezed by hand. For this purpose the fruits were scalded (3 min in boiling water), cut with a sterile knife and filtered.

Two acidic marinades containing natural ingredients were prepared for marination. The first contained acid whey as the main component (group W), in the second one a combination of lemon juice and distilled water was used (group LJ). The concentration of lemon juice was designed to correspond to the mean pH value of acid whey (4.54 ± 0.32). The other natural ingredients of marinades were the same: sea salt (1.0 %), cane sugar (1.5 %), rapeseed oil (2.0 %), dried bear's garlic (0.3 %) and dried thyme (0.2 %). The marinades were prepared 2 h before use and stored at $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. The process of marinating consisted in immersing the breast muscles – group W ($n = 30$) and group LJ ($n = 30$) in the prepared marinade for 24 h. The ratio of meat to marinade was set at 1:1 (meat : marinade). The samples from the groups W and LJ were closed in sealed plastic containers and stored in a refrigerator at $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 24 h. After the fixed marinating period the samples were weighed with an accuracy of 0.01 g.

The non-marinated and marinated breast muscles were subjected to grilling treatment in a fat-free grill pan until the temperature inside a sample reached $80 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

To determine the marinade uptake, the non-marinated and marinated meat samples were weighed before and after marination. The marinade uptake was calculated based on the weight of meat samples before marination (W_1) and their weight after marination (W_2) according to the equation:

$$\text{Marinade uptake [\%]} = [(W_2 - W_1)/W_1] \times 100$$

The pH measurements of the non-marinated and marinated breast muscles were made using a dagger electrode, fitted with a pH meter (Hanna HI 99163, Germany). The weight loss [%] was calculated based on the weight difference before and after heat treatment. The colour assessment of the cross-sectional surface of non-marinated and marinated breast muscles was determined based on a reflection method using a Chrome Meter colorimeter (Konica Minolta Osaka, Japan) with a CR 400 head, with settings for illuminations compatible with a D₆₅ illuminator. The reading of the measurement results was achieved in a CIE LAB colorimetric system CIE LAB (CIE 1978), with L* (lightness), a* (redness) and b* (yellowness). The cutting was carried out on meat cubes; their cross section being 100 mm² and their length 50 mm. The content of nitrogen was determined using a Kjeldahl method (units from Foss Tecator, Höganäs, Sweden) and converted into proteins through multiplying it with a factor of 6.25. The fat content was determined using a Soxhlet method (Büchi Extraction System B-811 apparatus, Flawil, Switzerland). The dried at 105 °C samples (5 ± 0,001 g) were subjected to extraction using the n-hexane as a solvent. The fat content was determined by weight after removing the solvent [22]. The total ash content was determined after the mineralization of 5 g of a meat sample at 550 - 650 °C (a muffle Carbolite oven type AAF1100, Hope Valley, UK) was fully accomplished [23]. The tenderness was measured based on a shear force (F_{max}) using a Zwick/Roell testing machine BT1-FR1.OTH.D14 (Zwick CmbH & Co.KG. Ulm, Germany) and applying a wide-width Warner-Bratzler (V-blade) with a head speed of 100 mm·min⁻¹ and a 0.2 N pre-cut force. The cutting was carried out on the non-marinated and marinated breast muscle cubes with a cross section of 100 mm² and a length of 50 mm [35]. A texture profile analysis (TPA) was performed using a Texture Analyser CT3 25 (Brookfield, USA) equipped with a cylindrical probe with a diameter of 38.1 mm² and a length of 20 mm. A double compressing test of the samples was performed; the samples were compressed to 50 % of their height [4]. The texture was determined on the non-marinated and marinated breast muscle samples in the form of cubes sized 20 mm × 20 mm × 20 mm. The speed of the roller movement during the test was 2 mm/s and the gap between the pressures was 2 s. The TPA parameters: hardness (N), springiness (mm), gumminess (N) and chewiness (mJ) were calculated from the force-time curves recorded for every sample using a Texture Pro CT [11].

A sensory assessment of the quality of grilled meat samples was performed using a scaling method according to a Barylko-Pikielna and Matuszewska [2] methodology. The sensory assessment process was conducted in two replications by a 7-member assessment team with the proven sensory sensitivity and trained in accordance with ISO 8587:2006 [13] and ISO 8586:2012 [14] standards. A 5-point evaluation was applied with a defined value limit including the following qualitative indices: odour intensity (from very negative through typical to very strong), flavour intensity (from very

negative through very sour to very desirable), odour desirability (from undesirable to highly desirable), flavour desirability (from undesirable to highly desirable), juiciness (from very dry to very juicy), tenderness (from very hard to very tender) and general desirability (from undesirable to desirable). To conduct the sensory assessment, the thermally treated samples were cooled to 20 ± 2 °C, cut into 1.5 cm thick slices, perpendicular to the run of meat fibres and then placed in plastic containers. The samples were randomly assessed after they had been encoded. All the evaluations were performed at the sensory laboratory that conformed to all the requirements of the standard PN-EN ISO 8589:2010 [21]. Between every sample test, the assessors took a 30 s break and rinsed their mouths with mineral water.

An ANOVA analysis of variance was applied to statistically analyse the results obtained using a Statistica 13.1 software package [29]. The arithmetic mean ($\bar{x}$) and the standard deviation (SD) were determined. To indicate the significance of differences among the means in the groups, a Tukey's post hoc test with a level of significance ($p < 0.05$) was applied.

Results and discussion

The percent marinade uptake significantly ($p < 0.05$) differed among the treatment methods utilized (Tab. 1). It was found that marinating with whey (W) added resulted in a higher marinade uptake compared to marinating with lemon juice (LJ) added. The results of the studies [7, 17, 26] show that the pH value of marinated meat depends on the pH of a marinade and the results of the present research study (Tab. 1) are in compliance with those findings. Kumar et al. [18] found that a low pH value of meat after marination had positive effects on the texture and increased the water holding capacity and the moisture content. However, the citric acid can reduce pH to the point where the meat has excessively sour flavours and this might cause the consumers to reject it [16]. The degree of muscle tissue acidification affects the technological and sensory characteristics of meat.

The colour of meat is an important qualitative characteristic that determines the product suitability for culinary purposes. In a marinated product it depends on the meat colour before marination and on the pH and composition of the marinade. In the present research study, it was shown that marinating using both the whey (W) and the lemon juice (LJ) significantly ($p < 0.05$) affected the lightening of the colour of raw breast muscles compared to the non-marinated muscles (Tab. 1). This finding agrees with the results obtained by Serdaroğlu et al. [26] as regards the turkey breast muscles marinated with the lemon juice and grapefruit juice added. The lightening of the marinated breast muscles could result from a lower value of their pH and from a higher amount of extracellular water introduced into the meat during marination [12, 31]. One possible reason for the increased L^* values is that muscle proteins swell and the light

reflection alters at a low pH and ionic strength, this resulting in a lighter colour [26]. Vlahova-Vangelova [34] reported that the use of whey when marinating breast muscles of broiler chickens did not affect the colour of surfaces of the raw and grilled breast muscles. The present research studies showed the effect of marinating with whey on the degree of colour saturation of the breast muscles towards red and yellow. Both the raw and the grilled breast muscles marinated using whey were characterized by a significantly reduced ($p < 0.05$) proportion of red (a^*) and an increased proportion of yellow (b^*) compared to the breast muscles marinated in the lemon juice and to the non-marinated breast muscles.

The nutritional value of poultry meat is an important qualitative component taken into account by the consumer. As a result of marination, the chemical composition of meat may change depending on the ingredients used [1, 6, 25]. The authors' own study showed that the additives added to the marinade (whey and lemon juice) had an effect on reducing the protein content in both the raw breast muscles and those subjected to grilling (Tab. 1). This could be owing to the increased moisture content. The results under this research study are consistent with those by Kumar et al. [18], who marinated breast muscles with the use of lemon juice. Hong et al. [12], in turn, showed that marinating breast muscles of broiler chickens with the lime juice added had no effect on the protein content. In the present research study, it was found that the marination with acidic marinades had a significant effect ($p < 0.05$) on the content of ash in both the raw breast muscles and those after the grilling process. The breast muscles marinated with the use of whey (W) were characterized by a higher content of ash in comparison to those marinated with the lemon juice.

Textural characteristics of meat are important aspects of consumer acceptance. Many instrumental methods have been developed for the purpose of determining food textural properties [11]. In the instrumental assessment of meat texture, the most commonly used parameter, interdependent with tenderness, is the value of the maximum shear force. The analysis of the maximum shear force values measured showed a change in the mechanical properties of meat depending on the marinating additives used both in the raw breast muscles and the grilled muscles (Tab. 2). The marination of breast muscles using whey significantly ($p < 0.05$) decreased the value of shear force compared to marinating with the addition of lemon juice. Ergezer and Gokce [7] showed that the use of lactic acid to marinate turkey breast muscles decreased the value of shear force. Many studies [16, 17, 26, 33] indicated that a low meat pH value after marination had positive effects on the texture. The compression method of texture profile analysis (TPA) mimics the conditions to which the material is subjected throughout the mastication process [5, 6, 30]. The meat texture analysis was performed based on the measurement of strains occurring while the sample underwent compression; under

Table 1. Physicochemical characteristics of non-marinated and marinated breast muscles of broiler chickens
Tabela 1. Cechy fizykochemiczne niemarynowanych i marynowanych mięśni piersiowych kurcząt brojlerów

Analysed characteristics Badane cechy		Breast muscles / Mięśnie piersiowe			SEM
		Non-marinated Niemarynowane			
		Marinated / Marynowane			
Raw marinated Surowe marynowane	Group C Grupa C	Group W Grupa W	Group LJ Grupa LJ		
	Marinade uptake / Absorbacja marynaty [%]				
	pH value / Wartość pH				
	Colour / Barwa: L* lightness / jasność				
	a* redness / czerwona				
	b* yellowness / żółta				
	Crude protein content / Zawartość białka [%]				
	Fat content / Zawartość tłuszczu [%]				
	Ash content / Zawartość popiołu [%]				
Marinated and grilled Marynowane i grillowane					
	pH value / Wartość pH				
	Colour / Barwa: L* lightness / jasność				
	a* redness / czerwona				
	b* yellowness / żółta				
	Crude protein content / Zawartość białka [%]				
	Fat content / Zawartość tłuszczu [%]				
	Ash content / Zawartość popiołu [%]				
	Weight loss / Straty termiczne [%]				

Explanatory notes / Objaśnienia:

Group C / Grupa C – control group, non-marinated / grupa kontrolna, niemarynowane; Group W / Grupa W – marinade contained acid whey / marynowane z wykorzystaniem serwatki; Group LJ / Grupa LJ – marinade contained lemon juice / marynowane z wykorzystaniem soku z cytryn. Table shows mean values ± standard deviations / W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe; n = 10; a, b – mean values in rows and denoted by different letters differ statistically significantly (p < 0.05) / wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (p < 0,05); SEM – standard error of the mean / błąd standardowy średniej.

Table 2. Texture parameters (Warner-Bratzler, texture profile analysis) of non-marinated and marinated breast muscles of broiler chickens
Tabela 2. Parametry tekstury (Warner-Bratzler, texture profile analysis) niemarynowanych i marynowanych mięśni piersiowych kurecząt brojlerów

Analysed parameters Badane cechy		Breast muscles / Mięśnie piersiowe			SEM
		Non-marinated Niemarynowane	Marinated / Marynowane		
		C group Grupa C	W group Grupa W	LJ group Grupa LJ	
Raw marinated Surowe marynowane	Shear force / Siła cięcia [N]	14,18 ^a ± 2,46	11,05 ^c ± 6,10	12,93 ^b ± 4,22	0,43
	Hardness / Twardość [N]	26,80 ^a ± 5,18	18,31 ^c ± 3,98	22,08 ^b ± 5,21	0,50
	Springiness / Sprężystość [mm]	2,06 ± 0,41	2,59 ± 0,52	2,33 ± 0,61	0,02
	Gumminess / Gumowatość [N]	6,15 ^a ± 0,98	3,98 ^b ± 0,76	3,69 ^b ± 0,76	0,01
	Chewiness / Żujność [mJ]	12,75 ^a ± 1,72	10,30 ^b ± 1,50	8,60 ^c ± 1,21	0,21
Marinated and grilled Marynowane i grillowane	Shear force / Siła cięcia [N]	18,78 ^a ± 3,84	14,53 ^c ± 3,27	15,73 ^b ± 2,25	0,32
	Hardness / Twardość [N]	24,52 ^a ± 6,12	16,04 ^c ± 4,62	19,29 ^b ± 3,60	0,46
	Springiness / Sprężystość [mm]	3,25 ± 0,61	2,90 ± 0,78	3,10 ± 0,68	0,02
	Gumminess / Gumowatość [N]	4,20 ^a ± 0,82	3,58 ^b ± 1,89	2,95 ^c ± 1,20	0,02
	Chewiness / Żujność [mJ]	13,51 ^a ± 1,21	10,23 ^b ± 1,56	9,32 ^c ± 0,98	0,28

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

this analysis the following meat parameters were determined: hardness, springiness, gumminess and chewiness. In the present research study, it was shown that the values of the texture parameters analysed (excluding springiness) were positively reduced as a result of the marination in the acidic marinades. Those results fall in with the findings by Gök and Bor [10], Kumar et al. [18] and Serdaroğlu et al. [26], who used acidic fruit marinades to marinate poultry meat. According to Berge et al. [3] and Kumar et al. [18], the acid breaks the cross-links in the collagen leading to an unstable structure loss of this connective tissue protein. In the present research study, it was shown that marinating using whey had a beneficial ($p < 0.05$) effect on reducing the hardness of both the raw and the grilled breast muscles compared to those marinated using lemon juice. The use of lemon juice caused the chewiness (of the raw product and after heat treatment) and the gumminess (of the grilled product) to significantly ($p < 0.05$) decrease in comparison to whey marinating. The above results match up with those obtained by Serdaroğlu et al. [26] who marinated turkey breast muscles with the citric acid and the grapefruit juice.

Table 3. Sensory characteristics of non-marinated and marinated breast muscles of broiler chickens subjected to grilling [pt]

Tabela 3. Cechy sensoryczne niemarynowanych i marynowanych mięśni piersiowych kurcząt brojlerów poddanych grillowaniu [pkt]

Analysed characteristics Badane cechy	Group C Grupa C	Group W Grupa W	Group LJ Grupa LJ	SEM
Odour intensity Natężenie zapachu	4,30 ^c ± 0,52	4,72 ^b ± 0,37	4,86 ^a ± 0,44	0,08
Flavour intensity Natężenie smaku	4,02 ^b ± 0,76	4,82 ^a ± 0,51	4,80 ^a ± 0,60	0,06
Odour desirability Pożądalność zapachu	4,50 ^b ± 0,42	4,84 ^a ± 0,62	4,86 ^a ± 0,48	0,04
Flavour desirability Pożądalność smaku	4,05 ^b ± 0,50	4,84 ^a ± 0,31	4,88 ^a ± 0,54	0,05
Juiciness / Soczystość	4,10 ^c ± 0,44	4,83 ^a ± 0,31	4,78 ^b ± 0,25	0,08
Tenderness / Kruchość	4,40 ^c ± 0,49	4,92 ^a ± 0,31	4,78 ^b ± 0,41	0,06
Total desirability Ogólna pożądalność	4,20 ^c ± 0,50	4,78 ^b ± 0,42	4,80 ^a ± 0,35	0,08

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

If the determinants of the sensory assessment of the product meet the expectations of the consumer, then the product is accepted. In the present research study, it was found that marinating using both the whey (W) and the lemon juice (LJ) improved the acceptability of sensory characteristics and the general desirability of the breast muscles compared to the non-marinated breast muscles (Tab. 3). Serdaroğlu et al. [26]

indicated that the acidic marinades increased the juiciness and tenderness of turkey breast muscles. In the present research study, it was shown that the breast muscles of broiler chickens marinated using whey (W) were characterized by a significantly ($p < 0.05$) better juiciness and tenderness compared to the muscles marinated using the lemon juice (LJ) and the non-marinated. Also Vlahova-Vangelova et al. [34] showed a beneficial effect of marinating using whey (50 % whey and 50 % water) on the consistency of grilled broiler chicken meat. Kim [17] found that the use of acid whey to marinate beef improved the tenderness and juiciness of the product compared to the control group and it gave the product a more acceptable taste. Wójciak et al. [32] proved that the whey used to marinate maturing beef resulted in a higher intensity of bitter taste while Wójciak et al. [31] got an acidic smell of boiled sausage when using whey and mustard seeds. In the present research study, it was shown that the breast muscles of broiler chickens marinated with the use of whey were characterized by a lower intensity of smell compared to the breast muscles marinated using the lemon juice that did not lower the acceptability of this characteristic compared to the non-marinated breast muscles. The intensity and desirability of the marinated product taste were assessed at a similar level in the marinades tested.

Conclusions

1. Compared to marinating with the lemon juice, the marination of breast muscles using whey has a positive effect on the tenderness (measured by a shear force), texture (hardness) and ash content of the raw and heat-treated product and also on the reduction in red and the increase in yellow in the general tone of colour.
2. In the sensory assessment, the marination of breast muscles improved the juiciness and tenderness of the grilled product and resulted in achieving the general acceptance.
3. Acid whey can be used as a natural additive to marinate broiler chicken meat.

Research was funded from Ministry of Science and Higher Education project "Regional Initiative of Excellence" for years 2019-2020 no 026/RID/2018/19.

References

- [1] Alvarado C., McKee S.: Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. *J. Appl. Poultry Res.*, 2007, 16, 1, 113-120.
- [2] Barylko-Pikielna N., Matuszewska I.: *Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania.* Wyd. II. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2014.
- [3] Berge P., Ertbjerg P., Larson L.M., Astruc T., Vignon X., Moller A.J.: Tenderization of beef lactic acid injected at different times post mortem. *Meat Sci.*, 2001, 57, 347-357.
- [4] Broune M.C.: Texture profile analysis. *Food Technol.*, 1979, 32, 62-66.

- [5] Chang H.J., Wang Q., Zhou G.H., Xu X.L., Li C.B.: Influence of weak organic acids and sodium chloride marination on characteristics of connective tissue collagen and textural properties of beef *semitendinosus* muscle. *J. Texture Stud.*, 2010, 41 (3), 279-301.
- [6] Choi Y.S., Hwang K.E., Jeong T.J., Kim Y.B., Jeon K.H., Kim E.M., Sung J.M., Kim H.W., Kim C.J.: Comparative study on the effects of boiling, steaming, grilling, microwaving and superheated steaming on quality characteristics of marinated chicken steak. *Korean J. Food Sci. An.*, 2016, 36 (1), 1-7.
- [7] Ergezer H., Gokce R.: Comparison of marinating with two different types of marinade on some quality and sensory characteristics of turkey breast meat. *J. Anim. Vet. Adv.*, 2011, 10 (1), 60-67.
- [8] Fernández-López J., Fernández-Ginés J.M., Aleson- Carbonell L., Sendra E., Sayas-Barberá E., Pérez-Alvarez J.A.: Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends Food Sci. Tech.*, 2004, 15, 176-185.
- [9] Ferysiuk K., Wójciak K., Solska E.: Effect of acid whey as starter culture on selected physicochemical properties of fermented pork sausage. *World Scientific News*, 2018, 93, 23-31.
- [10] Gök V., Bor Y.: Effect of marination with fruit and vegetable juice on the some quality characteristics of turkey breast meat. *Braz. J. Poultry Sci.*, 2016, 18 (3), 481-488.
- [11] Herrero A.M., Ordóñez J.A., de Avila R., Herranz B., de la Hoz L., Cambero M.I.: Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physic-chemical characteristics. *Meat Sci.*, 2007, 77, 331-338.
- [12] Hong G.E., Mandal P.K., Kim J.H., Park W.J., Oh J.W., Lim K.W., Lee C.H.: Influence of lime juice on the pink discoloration and quality of sous-vide processed chicken breast during refrigerated storage. *J. Food Quality*, 2016, 39 (6), 726-731.
- [13] ISO 8587:2006. Sensory analysis. Methodology. Ranking.
- [14] ISO 8586:2012. Sensory analysis. General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
- [15] Karwowska M., Wójciak K.M., Dolatowski Z.J.: The influence of acid whey and mustard seed on lipid oxidation of organic fermented sausage without nitrite. *J. Sci. Food Agr.*, 2015, 95, 628-634.
- [16] Ke S., Huang Y., Decker E.A., Hultin P., Purslow P.P.: Impact of citric on the tenderness, microstructure and oxidative stability of beef muscle. *Meat Sci.*, 2009, 82, 113-118.
- [17] Kim J.: Effects of acid whey marination on tenderness, sensory and other quality parameters of beef eye of round. Brigham Young University, Provo 2018.
- [18] Kumar Y., Singh P., Pandey A., Kumar Tanwar V., Kumor R.R.: Augmentation of meat quality attributes of spent hen breast muscle (*Pectoralis Major*) by marination with lemon juice vis-a-vis ginger extract. *J. Anim. Res.*, 2017, 7 (3), 523-529.
- [19] Lytton A.E., Nychas G.J.E., Panagou Z.: Effect of pomegranate based marinades on the microbiological, chemical and sensory quality of chicken meat: A metabolomics approach. *Int. J. Food Microbiol.*, 2018, 267, 42-53.
- [20] Murali N., Kumar-Philips N.C., Marcy J., Slavik M.F.: Effect of marinating chicken meat with lemon, green tea and turmeric against foodborne bacterial pathogens. *Int. J. Poultry Sci.*, 2012, 11 (5), 326-332.
- [21] PN-EN ISO 8589:2010. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne dotyczące projektowania pracowni analizy sensorycznej.
- [22] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [23] PN-ISO 936:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- [24] Rozporządzenie Rady (WE) nr 1099/2009 z dnia 24 września 2009 r. w sprawie ochrony zwierząt podczas ich uśmiercania. *Dz. U. L* 303, ss. 1-30, z 18.11.2009.
- [25] Saad Latif S.: Effect of marination on the quality characteristics and microstructure of chicken breast meat cooked by different methods. *Lucrări Ştiinţifice*, 2010, 53, 753-763.

- [26] Serdaroğlu M., Abdraimov K., Öneç A.: The effect of marinating with citric acid solutions and grapefruit juice on cooking and eating quality of turkey breast. *J. Muscle Foods*, 2006, 18, 162-172.
- [27] Smithers G.: Whey and whey proteins – from ‘gutter-to-gold’. *Int. Dairy J.* 2008, 18, 695-704.
- [28] Stadnik J., Stasiak D.M.: Effect of acid whey on physicochemical characteristics of dry-cured organic pork loins without nitrite. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2016, 51 (4), 970-977.
- [29] Statsoft, Inc.: Statistica (data analysis software system) Version 13.1, 2018.
- [30] U-chupaj J., Malila Y., Petracci M., Benjakul S., Visessanguan W.: Effect of tumbling marination on marinade uptake of chicken carcass and parts quality. *Braz. J. Poultry Sci.*, 2017, 19 (1), 61-68.
- [31] Wójciak K.M., Karwowska M., Dolatowski Z.J.: Use of acid whey and mustard seed to replace nitrites during cooked sausage production. *Meat Sci.*, 2014, 96 (2), 750-756.
- [32] Wójciak K.M., Krajmas P., Solska E., Dolatowski Z.J.: Application of acid whey and set milk to marinate beef with reference to quality parameters and product safety. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2015, 14 (4), 293-302.
- [33] Wójciak K.M., Kęsa P., Okoń A., Solska E., Libera J., Dolatowski Z.J.: The influence of acid whey on the antioxidant peptides generated to reduce oxidation and improve colour stability in uncured roast beef. *J. Sci. Food Agr.*, 2018, 98, 3728-3734.
- [34] Vlahova-Vangelova D.B., Balev D.K., Dragoev S.G., Kirisheva G.D.: Improvement of technological and sensory properties of meat by whey marinating. *Scientific Works of University of Food Technologies*, 2016, 63 (1), 7-13.
- [35] Zhuang H., Savage E.M.: Variation and Pearson correlation coefficients of Warner-Bratzler shear force measurements within broiler breast fillets. *Poultry Sci*, 2009, 88, 214-220.

WPLYW MARYNOWANIA MIĘSA KURCZĄT BROJLERÓW KWAŚNĄ SERWATKĄ NA JAKOŚĆ I AKCEPTACJĘ KONSUMENCKĄ PRODUKTU

Streszczenie

W badaniach zastosowano kwaśną serwatkę do marynowania mięsa kurcząt brojlerów. Surowiec do badań stanowiły mięśnie piersiowe kurcząt brojlerów ($n = 90$), które marynowano kwaśną serwatką ($n = 30$) i porównawczo – marynatą z dodatkiem soku z cytryn ($n = 30$). Stężenie soku z cytryn dobrano tak, aby odpowiadało pH kwaśnej serwatki (4,54). Mięśnie piersiowe niemarynowane stanowiły grupę kontrolną ($n = 30$). Oceniano parametry jakościowe produktu surowego i grillowanego (absorpcję marynaty, pH, barwę w systemie CIE $L^*a^*b^*$), wartość odżywczą (białko, tłuszcz, związki mineralne w postaci popiołu), parametry tekstury (siłę cięcia oraz twardość, sprężystość, gumowatość, żujność) oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną [pkt]. W badaniach wykazano, że marynowanie mięśni piersiowych z użyciem serwatki w porównaniu z marynowaniem z wykorzystaniem soku z cytryn zwiększyło pobór marynaty, korzystnie ($p < 0,05$) wpłynęło na kruchość (mierzoną siłą cięcia Warnera-Bratzlera), twardość (ocenianą analizą profilową tekstury TPA), zawartość popiołu w produkcie surowym i poddanym obróbce termicznej, zmniejszenie wysycenia barwy czerwonej (a^*), a także zwiększenie wysycenia barwy żółtej (b^*) w ogólnym tonie barwy. W ocenie sensorycznej marynowanie z użyciem serwatki korzystnie wpłynęło na soczystość i kruchość grillowanego produktu. Stwierdzono także ogólną akceptację badanych cech. Uzyskane wyniki pozwalają wnioskować, że kwaśną serwatkę można wykorzystać jako naturalną marynatę do mięsa kurcząt brojlerów.

Słowa kluczowe: mięso kurcząt brojlerów, marynowanie, serwatka, sok z cytryn, jakość ☒

ANNA D. KONONIUK, MAŁGORZATA KARWOWSKA

**PORÓWNANIE ZMIAN FIZYKOCHEMICZNYCH
I PROTEOLITYCZNYCH ZACHODZĄCYCH W KIELBASACH SUROWO
DOJRZEWAJĄCYCH Z MIĘSA WOŁOWEGO I Z MIĘSA DANIELA
PODCZAS ICH PRZECHOWYWANIA**

Streszczenie

Celem badań było porównanie trwałości przechowalniczej kielbas surowo dojrzewających z mięsa daniela i z mięsa wołowego na podstawie oceny intensywności przemian proteolitycznych i zachodzących zmian fizykochemicznych oraz ich wpływu na barwę i teksturę badanych kielbas.

Wyprodukowano po 4 warianty doświadczalne kielbas z mięsa wołowego oraz z mięsa daniela: C – wariant kontrolny z dodatkiem peklosoli (2,8 %), S – wariant referencyjny z solą morską (2,8 %), SAW – wariant badany z dodatkiem soli morskiej (2,8 %) i serwatki kwasowej (5 %), SAA – wariant badany z dodatkiem soli morskiej (2,8 %), serwatki kwasowej (5 %) i askorbinianu sodu (0,05 %). W celu oceny intensywności przemian proteolitycznych określono zawartość azotu ogólnego (TN) i azotu niebiałkowego (NPN), na podstawie których wyliczono indeks proteolizy (PI). Zmiany fizykochemiczne oceniono na podstawie pomiaru pH i aktywności wody (a_w) po procesie dojrzewania (0), po półrocznym (180) oraz rocznym (360) okresie chłodniczego przechowywania. Barwę badanych kielbas (CIE $L^*a^*b^*$) oraz instrumentalną analizę wyróżników tekstury wykonano po 180 i 360 dniach przechowywania produktów.

Uzyskane wyniki wskazują na istotny wpływ czasu przechowywania, zastosowanego rodzaju mięsa oraz dodatków na wszystkie badane parametry. Zaobserwowano, że kielbasy z mięsa daniela są bardziej podatne na niekorzystne zmiany zachodzące w trakcie długotrwałego ich przechowywania (wyższe wartości pH i aktywności wody, bardziej zaawansowane przemiany proteolityczne). Niezależnie od gatunku mięsa kielbasy, do których produkcji wykorzystano serwatkę kwasową charakteryzowały się zbliżonymi wartościami badanych cech w trakcie długotrwałego przechowywania chłodniczego w porównaniu z kontrolnymi wariantami z dodatkiem mieszanki peklującej. Zastosowanie dodatku serwatki kwasowej i askorbinianu sodu pozwoliło na ograniczenie wzrostu wartości pH, aktywności wody, intensywności przemian proteolitycznych oraz niekorzystnych zmian barwy i tekstury w trakcie przechowywania produktów jedynie w przypadku kielbas wołowych.

Słowa kluczowe: mięso wołowe, mięso z daniela, kielbasa surowo dojrzewająca, serwatka kwasowa, askorbinian sodu, przemiany proteolityczne

Mgr inż. A. D. Kononiuk, dr hab. inż. M. Karwowska, prof. nadzw., Katedra Technologii Surowców Pochodzenia Zwierzęcego, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin. Kontakt: anna.kononiuk@up.lublin.pl

Wprowadzenie

W ostatnim czasie obserwuje się wzrost popytu na mięso zwierząt łownych (danieli, saren, jeleni, dzików). Zainteresowanie konsumentów niekonwencjonalnymi gatunkami mięsa wynika zarówno ze zwiększającej się dostępności tych surowców na rynku, jak i z ich walorów odżywczych czy sensorycznych [3]. Według danych GUS w latach 2013 - 2016 obserwowano systematyczny wzrost ilości zwierzyny łownej skupowanej przez podmioty gospodarcze (z 9368 ton tusz w roku 2013 do 13250 ton tusz w roku 2016) [30]. Mięso zwierząt łownych charakteryzuje się większą zawartością białka w porównaniu z wieprzowiną, a także mniejszą zawartością tłuszczu o korzystniejszym profilu kwasów tłuszczowych w stosunku do mięsa wołowego czy wieprzowego [3, 7, 19]. Wśród ekspertów doceniany jest intensywny smak i aromat oraz delikatność mięsa z daniela czy jelenia w porównaniu z mięsem wołowym [3].

Produkcja wyrobów mięsnych surowo dojrzewających pozwala na uzyskanie odpowiedniej trwałości produktów, ograniczając przy tym utratę pożądanych składników odżywczych. Produkty surowo dojrzewające są bogatym źródłem pełnowartościowego białka o korzystnym składzie aminokwasowym, a także wielu związków bioaktywnych, takich jak bioaktywne peptydy, aminokwasy egzogenne czy sprzężony kwas linolowy (CLA) [9, 27, 31]. Wykorzystanie do produkcji wyrobów surowo dojrzewających mięsa zwierząt łownych może pozwolić na uzyskanie produktów o unikatowej wartości odżywczej.

Obecne trendy w przetwórstwie wyrobów mięsnych wskazują na dążenie przedsiębiorców do ograniczania stosowania azotanów. Poszukiwane są substancje naturalne (ekstrakty roślinne, kultury startowe) pozwalające na eliminację dodatku konserwantów [9, 14, 15, 31]. Jedną z alternatyw stosowania azotanów może być wykorzystanie serwatki kwasowej. Istnieje szereg publikacji dokumentujących jej pozytywny wpływ na produkcję bezazotanowych, surowo dojrzewających wyrobów mięsnych [15, 31]. Zastosowanie askorbinianu sodu może dodatkowo wspomagać proces fermentacji i dojrzewania kielbas oraz wpływać na zahamowanie niekorzystnych przemian chemicznych zachodzących podczas długotrwałego przechowywania. Askorbiniany znajdują zastosowanie jako regulatory kwasowości, przeciwutleniacze oraz konserwanty, przez co mogą wpływać na tworzenie aromatu i barwy produktów, ograniczając procesy oksydacyjne, czy hamując namnażanie patogennych mikroorganizmów [11, 22, 23].

W literaturze przedmiotu znajduje się wiele informacji dotyczących produkcji wyrobów surowo dojrzewających z mięsa zwierząt łownych [5, 6, 15, 20, 26]. Jest jednak bardzo niewiele informacji dotyczących zmian zachodzących w trakcie poprodukcyjnego przechowywania wyrobów surowo dojrzewających z mięsa zwierząt dzikich w porównaniu z konwencjonalnie wykorzystywaną wołowiną.

Celem niniejszej pracy było porównanie intensywności zmian proteolitycznych i fizykochemicznych a także zmian tekstury oraz barwy zachodzących podczas chłod-

niczego przechowywania kielbas surowo dojrzewających z mięsa daniela i z mięsa wołowego.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły surowo dojrzewające kielbasy wyprodukowane w warunkach półtechnicznych z 80 % mięsa (daniela lub wołowego) oraz 20 % łoju wołowego. Surowiec mięsny i tłuszczowy został pozyskany z certyfikowanej hodowli ekologicznej i zakupiony z Zakładu Mięsnego „Jasiołka” w Dukli. Mięso było czyste, bez zanieczyszczeń oraz wolne od wad jakościowych. Mięso wołowe i z danieli (po 5 szt. zwierząt) pozyskano ze zwierząt poddanych ubojowi w wieku odpowiednio 25 i 18 miesięcy. Ubój zwierząt prowadzono w ubojni spełniającej warunki higieniczno-sanitarne i weterynaryjne. W przypadku obu gatunków mięsa elementem zasadniczym użytym do badań był zespół mięśni wykrojonych z udźca. Mięso wołowe i mięso z danieli charakteryzowało się wartościami pH_{24} odpowiednio: $5,79 \pm 0,05$ i $5,58 \pm 0,08$.

Jako składniki dodatkowe do produkcji kielbas wykorzystano serwatkę kwasową, sól morską (CuordiMare, Włochy), azotan(III) sodu (StanLab, Polska), askorbinan sodu (StanLab, Polska) oraz glukozę (Delecta, Polska). Serwatkę kwasową pozyskano z ekologicznej produkcji sera twarogowego (Ekologiczne Gospodarstwo Mleczne „Pod Kasztanem”, Ludwinów, Polska). Cechowała się kwasowością $4,74 \pm 0,01$ oraz zawartością wody na poziomie $91,70 \pm 0,13$ %. Użyta do produkcji gruboziarnista sól morską była niejodowana i nie zawierała substancji przeciwbrylających. Sól przed zastosowaniem zmielono, aby umożliwić równomierne rozprowadzenie dodatku.

Wychłodzony do temp. 2 °C surowiec mięsny i tłuszczowy krojono, a następnie rozdrabniano w maszynce do mięsa typ KU2-3EK (MESKO-AGD, Polska), w której zastosowano siatkę o średnicy otworów 10 mm. Przygotowane surowce mięsne i tłuszczowe (w obrębie każdego rodzaju mięsa) podzielono na cztery porcje.

Wykonano następujące warianty produkcyjne:

C – próba zawierająca 2,8 % mieszanki pekłującej (99,5 % soli morskiej oraz 0,05 % azotanu(III) sodu), 5 % wody i 0,06 % glukozy,

S – próba z dodatkiem soli morskiej (2,8 %), wody (5 %) oraz 0,06 % glukozy,

SAW – próba z dodatkiem soli morskiej (2,8 %), serwatki kwasowej (5 %) i 0,06 % glukozy,

SAA – próba z dodatkiem soli morskiej (2,8 %), serwatki kwasowej (5 %) askorbinianu sodu (0,05 %) oraz 0,06 % glukozy.

Mięso, surowce tłuszczowe oraz dodatki mieszano w robocie gastronomicznym KU2-3EK z dołączoną mieszkarką typu R4 (MESKO-AGD, Polska). Tak przygotowane farsze nadziewano w osłonki fibrusowe o średnicy 65 mm, formując batony o masie ok. 700 g. Następnie próbki poddawano procesowi dojrzewania w temp. 16 °C, przy

wilgotności względnej $RH = 75 \div 85 \%$ i przepływie powietrza 30 % w komorach fermentacyjnych (IL W STD 240, Pol-Eko-Aparatura, Polska). Proces prowadzono do uzyskania ubytku masy na poziomie 30 % (20 - 21 dni). Po tym czasie próby pakowano próżniowo w woreczki z polietylenu o małej gęstości (LDPE) i przechowywano w temp. 4 °C. Na fot. 1. przedstawiono przekroje gotowych produktów po zakończeniu procesu dojrzewania produkcyjnego. Po zakończeniu produkcji oraz po 6 i 12 miesiącach chłodniczego przechowywania oznaczano zawartość azotu ogólnego (TN) i niebiałkowego (NPN) w próbkach. Na ich podstawie wyliczano indeks proteolizy (PI). Wykonywano również pomiary pH i aktywności wody. Po 180 i 360 dobach przechowywania oznaczano parametry tekstury i barwy badanych produktów.



Fot. 1. Przekrój kielbas po zakończeniu procesu dojrzewania produkcyjnego: A – z mięsa wołowego, B – z mięsa daniela. Warianty: C – próba z dodatkiem soli morskiej i azotanu(V) sodu, S – próba z dodatkiem soli morskiej, SAW – próba z dodatkiem soli morskiej i serwatki kwasowej, SAA – próba z dodatkiem soli morskiej, serwatki kwasowej i askorbinianu sodu

Photo 1. Cross-section of sausages after fermentation process: A – from beef meat, B – from fallow deer meat. Variants: C – sample with sea salt and nitrite added, S – sample with sea salt added, SAW – sample with sea salt and acid whey added, SAA – sample with sea salt, acid whey, and sodium ascorbate

Zawartość azotu ogólnego oznaczano metodą Kjeldahla [21] przy użyciu automatycznego analizatora Kjeldahl Foss (Kjeltec 8200, Foss, Polska). Zawartość azotu niebiałkowego (NPN) oznaczano zgodnie z metodą opisaną przez Careri i wsp. [4]. Wyniki pomiarów frakcji azotowych wyrażano w mg azotu/g badanej próbki. Indeks

proteolizy (PI) wyliczano jako stosunek ilości azotu niebiałkowego do ogólnej ilości azotu w próbce i wyrażano w procentach.

Pomiar pH wykonywano w wodnych ekstraktach produktów cyfrowym pH-metrem (CPC-501 Elmetron, Zabrze, Polska) wyposażonym w czujnik temperatury oraz elektrodę pH (ERH-111 Hydromet, Gliwice, Polska).

Badania aktywności wody (a_w) wykonywano na reprezentatywnych próbkach pobranych po rozdrobnieniu całych batonów z poszczególnych partii. Pomiaru dokonywano analizatorem aktywności wody (Novasina AG, Lachen, Szwajcaria).

Analizę parametrów tekstury wykonywano aparatem TA.XT2 Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd, Godalming, Wielka Brytania). Za pomocą korkoboru wykrawano z batonów próbki o średnicy 25 mm i długości 25 mm. Prędkość ściskania podczas testu wynosiła 10 mm/min, a poziom kompresji wynosił 50 % pierwotnej wysokości próbki. Pomiar wykonywano na próbkach o temp. $20 \div 25$ °C. Wyniki opracowano w programie Textue Exponent32 (Stable Micro Systems Ltd, Godalming, Wielka Brytania). Z uzyskanej krzywej siła – czas wyznaczano twardość (N), spójność, sprężystość, gumistość, żujność i ściętność badanych próbek.

Pomiar barwy w systemie CIE $L^*a^*b^*$ wykonywano na przekrojach kielbas metodą odbiciową. Pomiar wykonywano spektrofotometrem sferycznym X-Rite series 8200 (X – Rite Ltd. Cheshire, Wielka Brytania).

Doświadczenie przeprowadzono na dwóch partiach surowca. Do badań pobierano próbki z dwóch różnych batonów pochodzących z jednej partii. Wszystkie pomiary wykonano w minimum 3 powtórzeniach. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej w programie Statistica 13 [8]. Jako czynniki jakościowe określono zastosowany dodatek, czas przechowywania oraz rodzaj mięsa. Wpływ czynników jakościowych na badane parametry określono na trzech poziomach istotności: $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ oraz $p \leq 0,001$. Wykonano analizę wariancji (ANOVA) dla układów czynnikowych przy $p < 0,05$. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi szacowano testem Tukeya (HSD). Zależności pomiędzy wybranymi zmiennymi określono na podstawie współczynników korelacji liniowej Pearsona przy $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wpływ zastosowanych zmiennych eksperymentalnych na badane właściwości przedstawiono w tab. 1. Wszystkie czynniki, tj. czas przechowywania, rodzaj użytego mięsa oraz zastosowane dodatki, a także interakcje zachodzące pomiędzy nimi wpłynęły wysoko istotnie ($p \leq 0,001$) na pH, aktywność wody, spójność i gumowatość badanych prób. W największym stopniu na badane cechy wpływał rodzaj mięsa, który różnicował ($p \leq 0,001$) prawie wszystkie badane parametry, z wyjątkiem składowej b^* barwy. Nie zaobserwowano wpływu zastosowanych dodatków na żujność badanych

próbek. Czas przechowywania nie wpłynął istotnie na sprężystość prób oraz udział barwy żółtej lub niebieskiej w ogólnym tonie barwy (parametr b^*).

Tabela 1. Poziom statystycznej istotności (p-wartości) wpływu głównych czynników, tj. czasu przechowywania (T), rodzaju użytego mięsa (M) oraz zastosowanych dodatków (A), a także interakcji zachodzących pomiędzy nimi na wartości badanych parametrów

Table 1. Statistical significance level (p-values) of effect of main factors, i.e. time of storage (T), type of meat (M) utilized, additives used (A) and their interactions on research parameters value

Zmienna / Variable		T	M	A	T×M	T×A	M×A	T×M×A
pH		***	***	***	***	***	***	***
Aktywność wody (a_w) / Water activity		***	***	***	***	***	***	***
Azot ogólny / Total nitrogen		***	***	***	—	***	***	***
Azot niebiałkowy / Non-protein nitrogen		***	***	***	—	—	***	**
Indeks proteolizy / Proteolysis index		***	***	***	—	—	***	***
Parametry tekstury Texture parameters	Twardość / Hardness	***	***	***	***	*	***	**
	Spójność / Cohesiveness	***	***	***	***	***	***	***
	Sprężystość / Springiness	—	***	***	***	***	***	***
	Gumowatość / Gumminess	***	***	***	***	***	***	***
	Żujność / Chewiness	**	***	—	**	—	—	—
	Ściągniętość / Stringiness	**	***	*	*	*	***	—
Parametry barwy Colour parameters	L^*	*	***	*	—	—	***	**
	a^*	**	***	***	***	***	***	**
	b^*	—	—	***	***	—	***	*

Objaśnienia / Explanatory notes:

$n = 144$. Istotność interakcji / Interaction significance: — brak / none; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Zmiany wartości pH oraz aktywności wody kielbas po wyprodukowaniu oraz w trakcie chłodniczego przechowywania przedstawiono w tab. 2. Po zakończeniu dojrzewania oraz podczas późniejszego przechowywania kielbasy z mięsa wołowego charakteryzowały się statystycznie istotnie niższymi wartościami pH w porównaniu z analogicznymi wariantami kielbas z mięsa daniela. Podobne różnice zaobserwowali również Chakanya i wsp. [6] po porównaniu pH kielbas surowo dojrzewających wyprodukowanych z różnych rodzajów mięsa zwierząt łownych (w tym z mięsa daniela) oraz wieprzowiny. Wartości pH zaobserwowane w kielbasach z mięsa daniela po zakończeniu produkcji były wyższe niż wartości uzyskane przez Karwowską i Dolatowskiego [15] w surowo dojrzewających kielbasach z mięsa daniela ($\text{pH kielbas } 4,47 \pm 0,03 \div 4,59 \pm 0,03$ w zależności od zastosowanego dodatku). Wyniki pH kielbas z mięsa daniela uzyskane w badaniach własnych były niższe od wartości, które odnotowali Cenci-Goga i wsp. [5] w salami z mięsa daniela ($\text{pH } 6,8 \pm 0,22$) oraz Paleari i wsp.

[20] w surowo dojrzewających produktach z mięsa jelenia ($\text{pH } 6,05 \pm 0,04$). Tak znaczne różnice kwasowości produktów surowo dojrzewających mogą wynikać zarówno z czynników wpływających na jakość surowca użytego do produkcji (sezon i sposób uboju, dieta), dodatków zastosowanych do produkcji oraz warunków procesu sprzyjających rozwojowi bakterii kwasu mlekowego lub, w niektórych przypadkach, ograniczających ich rozwój.

W badanych kielbasach stwierdzono istotny wpływ zastosowanych dodatków (serwatka kwasowa, serwatka kwasowa i askorbinian sodu) na zmiany wartości pH bezpośrednio po procesie dojrzewania oraz w trakcie przechowywania produktów. W przypadku kielbas wołowych w próbkach z dodatkiem serwatki kwasowej (SAW) oraz serwatki kwasowej i askorbinianu sodu (SAA) zaobserwowano brak istotnych zmian pH w trakcie przechowywania produktów. Próbki te cechowały się także znacznie wyższą kwasowością niż próby kontrolna (C) i referencyjna (S). Tak niskie wartości pH ($< 5,0$) są istotnym czynnikiem hamującym rozwój patogennych mikroorganizmów [22]. Statystycznie niższe wartości pH w kielbasach z mięsa daniela zaobserwowano wyłącznie w próbkach z dodatkiem serwatki kwasowej. Zastosowany dodatek serwatki kwasowej i askorbinianu sodu (SAA) nie wpłynął znacząco na pH w porównaniu z próbą kontrolną (C) czy referencyjną (S). Niższe wartości pH próbek z dodatkiem serwatki kwasowej w trakcie przechowywania produktów wynikają głównie z jej składu. Dodatek serwatki kwasowej umożliwia wprowadzenie do farszu bakterii kwasu mlekowego wpływających na zakwaszenie środowiska [24]. We wszystkich wariantach produkcyjnych kielbas z mięsa daniela wartość pH istotnie wzrastała wraz z upływem czasu przechowywania. Najwyższe wartości pH w trakcie całego eksperymentu obserwowano w kielbasach z mięsa daniela (od 6,11 do 6,33 po 360 dobach przechowywania). Wzrost wartości pH może wynikać z wielu czynników, takich jak zahamowanie rozwoju bakterii kwasu mlekowego (ze względu na wyczerpanie się substratu cukrowego niezbędnego do ich wzrostu) bądź przekształcanie kwasu mlekowego w jego pochodne [10, 25]. Wzrost wartości pH w produktach mięsnych może być również związany ze zwiększoną aktywnością enzymów proteolitycznych (kalpain, katepsyn B i L, peptydaz) powodujących stopniowe uwalnianie peptydów, aminokwasów oraz amoniaku [2, 29] lub z rozwojem pleśni i drożdży powodujących degradację kwasu mlekowego [17].

Aktywność wody we wszystkich wariantach produkcyjnych uległa obniżeniu po 180 dobach przechowywania chłodniczego w stosunku do wartości uzyskanych po zakończeniu procesu produkcyjnego (tab. 3). Po 360 dobach chłodniczego przechowywania aktywność wody wszystkich kielbas była najwyższa podczas całego eksperymentu. Wzrost aktywności wody w produktach po 360 dobach przechowywania może świadczyć o bardzo zaawansowanych procesach degradacyjnych białek, w wyniku których uwalniana jest woda konstytucyjna. Wzrost wartości aktywności wody

kielbas wołowych podczas przechowywania był niższy niż w przypadku kielbas z mięsa daniela. Wartości a_w kielbas wołowych po 360 dobach przechowywania nie różniły się statystycznie istotnie od wartości uzyskanych w przypadku kielbas z mięsa daniela po wyprodukowaniu (0). Zaobserwowano, że próbki z dodatkiem serwatki kwasowej (z mięsa daniela i z mięsa wołowego) cechowały się istotnie niższą aktywnością wody niż próbki kontrolne z dodatkiem azotanu(III) sodu. Po 360 dobach przechowywania chłodniczego próbki kontrolne (C) wykazywały najwyższą aktywność wody. Uzyskane wartości omawianego parametru w kielbasach z mięsa daniela po 360 dobach przechowywania były niższe niż uzyskane w surowo dojrzewających kielbasach z mięsa daniela opisywanych przez innych autorów [6, 15, 20]. Zbliżonymi wartościami aktywności wody cechowały się kielbasy salami z mięsa daniela bez dodatku azotanów [5] oraz surowo dojrzewające kielbasy z mięsa jelenia [16, 26]. Aktywność wody obu rodzajów kielbas (z mięsa wołowego i z mięsa daniela) na każdym etapie przechowywania (0, 180 i 360 dób), bez względu na zastosowany w procesie produkcyjnym dodatek, była niższa niż minimalna niezbędna do rozwoju większości patogennych mikroorganizmów, takich jak: *Pseudomonas* ($a_w > 0,97$), *Clostridium botulinum* ($a_w > 0,93 \div 0,96$), *Salmonella* ($a_w > 0,94$), *Listeria monocytogenes* ($a_w > 0,92$) [22].

Wyniki analiz frakcji białkowej badanych kielbas zestawiono w tab. 3. Zawartość azotu ogólnego (TN) po uwzględnieniu przelicznika azotu na białko (w przypadku mięsa – 6,25) może być wykorzystywana do określania całkowitej zawartości surowego białka w próbce. Nie wykazano istotnego wpływu zastosowanego rodzaju mięsa oraz dodatku technologicznego na zawartość azotu ogólnego w badanych kielbasach po zakończeniu dojrzewania produkcyjnego. Podczas przechowywania zaobserwowano, że zawartość azotu ogólnego w kielbasach po 360 dobach chłodniczego przechowywania zmniejszyła się od ok. 7 % (w kielbasach z mięsa wołowego z dodatkiem serwatki kwasowej i askorbinianu sodu – SAA) do ok. 17 % (w kielbasach z mięsa daniela z dodatkiem azotanu sodu – C) w porównaniu z zawartością azotu w próbkach po zakończeniu procesu dojrzewania produkcyjnego. Zmniejszenie zawartości azotu ogólnego, a tym samym ilości białka surowego związane jest z postępującymi procesami degradacyjnymi białek. Największą, istotnie różną ($p \leq 0,05$) od pozostałych wariantów produkcyjnych, zawartość azotu ogólnego po 360 dobach chłodniczego przechowywania wykazano w kielbasach (zarówno wołowych, jak i z mięsa daniela) z dodatkiem soli morskiej (S).

Na podstawie wyników zawartości azotu niebiałkowego w próbkach (tab. 3) stwierdzono, że rodzaj surowca mięsnego wpłynął znacząco ($p \leq 0,05$) na zawartość azotu niebiałkowego wszystkich wariantów kielbas surowo dojrzewających w trakcie chłodniczego przechowywania. Kielbasy z mięsa wołowego odznaczały się istotnie mniejszą (o minimum 10 %) zawartością azotu niebiałkowego w stosunku do kielbas z mięsa daniela. W trakcie chłodniczego przechowywania zawartość NPN we wszyst-

kich wariantach i rodzajach kiełbas wzrastała. Na koniec okresu przechowywania najmniejszy wzrost zawartości azotu niebiałkowego wykazano w kiełbasie z mięsa daniela z dodatkiem mieszanki peklującej (C) – o 136 % oraz w kiełbasie z mięsa wołowego z dodatkiem serwatki kwasowej i askorbinianu sodu (SAA) – o 94 %.

Tabela 2. Wartości pH i aktywności wody (a_w) surowo dojrzewających kiełbas z mięsa daniela i z mięsa wołowego w trakcie ich chłodniczego przechowywania

Table 2. Values of pH value and water activity (a_w) of dry fermented sausages from beef and fallow deer meat during their refrigerated storage

Cecha Feature	Wariant Batch	Czas przechowywania [doba] / Storage time [day]					
		0		180		360	
		Mięso z daniela Fallow deer meat	Mięso wołowe Beef meat	Mięso z daniela Fallow deer meat	Mięso wołowe Beef meat	Mięso z daniela Fallow deer meat	Mięso wołowe Beef meat
pH	C	5,25 ^{Cb} ± 0,06	5,03 ^{Ea} ± 0,04	5,94 ^{Ba} ± 0,01	5,14 ^{Da} ± 0,03	6,24 ^{Ab} ± 0,02	5,32 ^{Ca} ± 0,03
	S	5,04 ^{DEc} ± 0,02	4,96 ^{Ea} ± 0,04	5,82 ^{Bb} ± 0,01	5,06 ^{Db} ± 0,01	6,13 ^{Ac} ± 0,02	5,25 ^{Cb} ± 0,00
	SAW	5,28 ^{Cb} ± 0,06	4,74 ^{Dc} ± 0,01	5,66 ^{Bc} ± 0,01	4,80 ^{Dc} ± 0,01	6,11 ^{Ac} ± 0,01	4,79 ^{Dc} ± 0,03
	SAA	5,40 ^{Ca} ± 0,19	4,85 ^{Db} ± 0,07	5,88 ^{Bb} ± 0,02	4,87 ^{Dc} ± 0,02	6,33 ^{Aa} ± 0,02	4,74 ^{Ec} ± 0,03
a_w	C	0,891 ^{Ba} ± 0,003	0,875 ^{Ca} ± 0,003	0,858 ^{Db} ± 0,003	0,838 ^{Ea} ± 0,001	0,920 ^{Aa} ± 0,001	0,891 ^{Ba} ± 0,001
	S	0,885 ^{Bb} ± 0,006	0,875 ^{Ca} ± 0,002	0,849 ^{Dc} ± 0,001	0,831 ^{Eb} ± 0,0001	0,898 ^{Ad} ± 0,001	0,889 ^{Bab} ± 0,001
	SAW	0,887 ^{Bab} ± 0,008	0,868 ^{Cb} ± 0,002	0,856 ^{Db} ± 0,001	0,832 ^{Eb} ± 0,001	0,907 ^{Ac} ± 0,001	0,886 ^{Bb} ± 0,001
	SAA	0,892 ^{Ba} ± 0,003	0,867 ^{Cb} ± 0,002	0,867 ^{Ca} ± 0,003	0,828 ^{Ec} ± 0,002	0,916 ^{Ab} ± 0,000	0,888 ^{Bab} ± 0,002

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviation; n = 9; Warianty / Batches: C – próba z dodatkiem soli morskiej i azotanu(V) sodu / sample with sea salt and nitrite added; S – próba z dodatkiem soli morskiej / sample with sea salt added; SAW – próba z dodatkiem soli morskiej i serwatki kwasowej / sample with sea salt and acid whey added; SAA – próba z dodatkiem soli morskiej, serwatki kwasowej i askorbinianu sodu / sample with sea salt, acid whey and sodium ascorbate added;

a - d – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie (w obrębie danej cechy) przy $p < 0,05$ / mean values in columns denoted by different small superscript letters differ statistically significantly (within a given characteristic) at $p < 0,05$; A - D – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi wielkimi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values in rows denoted by different superscript capital letter differ statistically significant at $p < 0,05$.

Tabela 3. Zawartość azotu ogólnego (TN) i niebiałkowego (NPN) oraz indeks proteolizy (PI) w surowo dojrzewających kielbasach z mięsa daniela i z mięsa wołowego w trakcie ich chłodniczego przechowywania

Table 3. Content of total nitrogen (TN), non-protein nitrogen (NPN) in and proteolysis index (PI) of raw fermented sausages from beef and fallow deer meat during their refrigerated storage

Cecha Feature	Wariant Batch	Czas przechowywania [doba] / Storage time [day]					
		0		180		360	
		Mięso z daniela Fallow deer meat	Mięso wołowe Beef meat	Mięso z daniela Fallow deer meat	Mięso wołowe Beef meat	Mięso z daniela Fallow deer meat	Mięso wołowe Beef meat
TN [mg/g produktu] [mg/g of product]	C	4,42 ^{Aab} ± 0,06	4,24 ^{Aa} ± 0,22	3,93 ^{BCc} ± 0,07	4,11 ^{ABbc} ± 0,14	3,69 ^{Cab} ± 0,05	3,69 ^{Cb} ± 0,31
	S	4,63 ^{Aa} ± 0,11	4,11 ^{BCa} ± 0,13	4,22 ^{Bab} ± 0,03	4,05 ^{BCc} ± 0,11	3,91 ^{Ca} ± 0,14	4,13 ^{Ba} ± 0,23
	SAW	4,42 ^{Aab} ± 0,31	4,22 ^{Aa} ± 0,16	4,15 ^{Aabc} ± 0,00	4,37 ^{Aab} ± 0,08	3,76 ^{Bab} ± 0,08	3,71 ^{Bb} ± 0,28
	SAA	4,21 ^{ABb} ± 0,11	4,13 ^{ABCa} ± 0,13	4,01 ^{BCbc} ± 0,17	4,48 ^{Aa} ± 0,1	3,63 ^{Db} ± 0,05	3,85 ^{CDb} ± 0,26
NPN [mg/g produktu] [mg/g of product]	C	0,49 ^{Da} ± 0,02	0,34 ^{Ea} ± 0,01	1,07 ^{Bc} ± 0,00	0,87 ^{Ca} ± 0,09	1,16 ^{Aa} ± 0,02	1,06 ^{Ba} ± 0,03
	S	0,53 ^{Ea} ± 0,01	0,34 ^{Fa} ± 0,02	1,16 ^{Ba} ± 0,02	0,82 ^{Da} ± 0,13	1,35 ^{Ab} ± 0,03	0,97 ^{Cb} ± 0,03
	SAW	0,50 ^{Ea} ± 0,02	0,34 ^{Fa} ± 0,01	1,09 ^{Babc} ± 0,01	0,81 ^{Da} ± 0,05	1,21 ^{Aa} ± 0,01	0,94 ^{Cb} ± 0,06
	SAA	0,47 ^{Ea} ± 0,01	0,32 ^{Fa} ± 0,01	1,08 ^{Bbc} ± 0,03	0,80 ^{Da} ± 0,07	1,21 ^{Aa} ± 0,01	0,91 ^{Cb} ± 0,01
PI	C	11,12 ^{Da} ± 0,54	7,99 ^{Da} ± 0,34	27,24 ^{Ba} ± 0,50	20,59 ^{Ca} ± 2,62	31,34 ^{Ab} ± 0,51	28,90 ^{ABa} ± 1,55
	S	11,52 ^{Da} ± 0,49	8,31 ^{Da} ± 0,71	27,52 ^{Ba} ± 0,34	20,85 ^{Ca} ± 3,56	34,58 ^{Aa} ± 1,44	23,43 ^{Cb} ± 1,21
	SAW	11,43 ^{Da} ± 0,34	7,97 ^{Da} ± 0,21	26,38 ^{Ba} ± 0,22	19,53 ^{Cab} ± 2,78	32,21 ^{Aab} ± 0,93	25,30 ^{Bb} ± 0,81
	SAA	11,10 ^{Ea} ± 0,18	7,75 ^{Ea} ± 0,23	26,90 ^{Ba} ± 1,77	17,58 ^{Db} ± 2,02	33,39 ^{Aab} ± 0,19	23,80 ^{Cb} ± 1,56

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

Zależność pomiędzy zawartością azotu ogólnego i azotu niebiałkowego wpływa bezpośrednio na wartość indeksu proteolizy (PI). Wartości PI w badanych kielbasach po zakończeniu dojrzewania produkcyjnego (0) były zbliżone do wartości publikowanych przez innych autorów [1, 12, 26]. Intensywność zachodzących przemian proteolitycznych związana jest z obecnością i aktywnością enzymów proteolitycznych. Optymalne wartości pH i aktywność wody wpływają na wzrost aktywności enzymów i rozwoju bakterii produkujących enzymy proteolityczne. Zachodzące w przetworach

procesy degradacji białek prowadzą do powstawania peptydów i wolnych aminokwasów, które są odpowiedzialne za specyficzny smak i aromat wyrobów dojrzewających. Zbyt zaawansowane przemiany proteolityczne mogą negatywnie wpływać na walory sensoryczne tych produktów [18, 26, 29].

Największy wzrost PI w trakcie chłodniczego przechowywania stwierdzono po 180 dobach składowania. Po kolejnych 180 dobach (łącznie po 360 dobach) przechowywania produktów obserwowany wzrost intensywności przemian proteolitycznych był już dużo mniejszy. Podobne trendy zaobserwowali Safa i wsp. [25], którzy w trakcie produkcji wyrobów surowo dojrzewających największy wzrost indeksu proteolizy odnotowali po pierwszym tygodniu procesu dojrzewania. W przypadku kielbas z mięsa daniela intensywność przemian proteolitycznych po produkcji oraz po 180 i 360 dobach przechowywania była o ponad 20 % wyższa niż w analogicznych wariantach kielbas wołowych. Przyczynami obserwowanych różnic mogą być zarówno czynniki gatunkowe (np. endogenne enzymy o różnym optimum aktywności, różne gatunki i rodzaje mikroflory na powierzchni mięsa), jak i warunki panujące wewnątrz batonów (wyższe pH obserwowane w kielbasach z mięsa daniela sprzyja rozwojowi mikroorganizmów oraz aktywności enzymów proteolitycznych) [29]. Zastosowane dodatki technologiczne wpłynęły statystycznie istotnie na intensywność przemian proteolitycznych, niemniej jednak próbki z dodatkiem serwatki kwasowej (SAW) oraz serwatki kwasowej i askorbinianu sodu (SAA) cechowały się najniższymi wartościami indeksu proteolizy po 180 i 360 dobach chłodniczego przechowywania. Zależności te mogą wskazywać na to, że substancje zawarte w serwatce kwasowej wpływają na ograniczenie intensywności przemian proteolitycznych.

Wyniki pomiarów wyróżników tekstury przedstawiono w tab. 4. Zastosowany rodzaj mięsa wpłynął istotnie na twardość, spójność, sprężystość i ściętność badanych kielbas. Kielbasy z mięsa daniela cechowały się ponad dwukrotnie mniejszą twardością w porównaniu z analogicznymi wariantami kielbas wołowych. Tak istotne różnice mogą wynikać z wyraźnie wyższej intensywności przemian proteolitycznych (większy stopień rozkładu białek) w przypadku kielbas z mięsa daniela. Różnice pomiędzy twardością próbek po 180 i 360 dobach przechowywania wskazują na brak istotnych zmian twardości kielbas z mięsa daniela, natomiast w przypadku kielbas wołowych – ich twardość znacząco się obniżyła. Zmiany te mogą wynikać z tego, że dopiero po 360 dobach przechowywania kielbas wołowych intensywność przemian proteolitycznych (IP) była zbliżona do wartości uzyskanych w kielbasach z mięsa daniela po 180 dobach chłodniczego przechowywania. Powyższe obserwacje pozwalają przypuszczać, że określona, wysoka intensywność przemian proteolitycznych może być punktem, powyżej którego następuje niepożądany rozpad białek prowadzący do obniżenia twardości prób. Kielbasy wołowe cechowały się niższymi wartościami parametrów spójno-

ści, sprężystości i ścięgnistości. Nie zaobserwowano jednoznacznego wpływu zastosowanych dodatków na parametry tekstury badanych kielbas.

Tabela 4. Wyniki analizy parametrów tekstury surowo dojrzewających kielbas z mięsa daniela i z mięsa wołowego w trakcie ich chłodniczego przechowywania

Table 4. Analysis results of texture parameters of dry fermented sausages from beef and fallow deer meat during their refrigerated storage

Cecha Feature	Wariant Batch	Czas przechowywania [doba] / Storage time [day]			
		180		360	
		Mięso z daniela Fallow deer meat	Mięso wołowe Beef meat	Mięso z daniela Fallow deer meat	Mięso wołowe Beef meat
Twardość [N] Hardness	C	44,52 ^{Cbc} ± 2,96	158,35 ^{Aa} ± 21,44	45,21 ^{Cb} ± 5,46	123,78 ^{Ba} ± 23,67
	S	78,11 ^{Ca} ± 7,69	147,03 ^{Ab} ± 11,74	69,66 ^{Ca} ± 4,45	107,83 ^{Ba} ± 28,18
	SAW	60,57 ^{Bab} ± 3,15	129,38 ^{Ab} ± 4,95	46,05 ^{Bb} ± 4,36	112,48 ^{Aa} ± 15,09
	SAA	37,75 ^{Cc} ± 3,11	162,56 ^{Aa} ± 8,33	31,80 ^{Cb} ± 4,39	106,30 ^{Ba} ± 16,11
Spójność [-] Cohesiveness	C	2,54 ^{Aa} ± 0,17	1,57 ^{Ba} ± 0,09	2,30 ^{Ab} ± 0,23	1,68 ^{Ba} ± 0,21
	S	1,99 ^{ABb} ± 0,09	1,61 ^{Ba} ± 0,07	2,26 ^{Ab} ± 0,10	1,84 ^{BCa} ± 0,22
	SAW	2,04 ^{Ab} ± 0,15	1,89 ^{Aa} ± 0,15	2,07 ^{Ab} ± 0,69	2,00 ^{Aa} ± 0,17
	SAA	2,68 ^{Aa} ± 0,28	1,78 ^{Ba} ± 0,10	2,82 ^{Aa} ± 0,13	2,03 ^{Ba} ± 0,18
Sprężystość [-] Springiness	C	4,90 ^{Aab} ± 0,55	3,00 ^{Ba} ± 0,34	2,72 ^{Bc} ± 0,41	3,22 ^{Ba} ± 0,44
	S	3,69 ^{Ab} ± 0,36	3,15 ^{Aa} ± 0,46	4,23 ^{Ab} ± 0,52	3,84 ^{Aa} ± 1,54
	SAW	4,11 ^{Ab} ± 0,56	3,93 ^{Aa} ± 0,84	4,10 ^{Ab} ± 1,43	4,02 ^{Aa} ± 0,59
	SAA	5,66 ^{Aa} ± 0,92	3,21 ^{Ba} ± 0,47	6,15 ^{Aa} ± 1,33	4,24 ^{Ba} ± 0,87
Gumowatość [-] Gumminess	C	0,43 ^{Aa} ± 0,24	0,19 ^{Aa} ± 0,05	10,38 ^{Bb} ± 1,53	0,18 ^{Aa} ± 0,08
	S	0,22 ^{Aa} ± 0,11	0,16 ^{Aa} ± 0,04	0,29 ^{Aa} ± 0,15	0,20 ^{Aa} ± 0,10
	SAW	0,18 ^{Aa} ± 0,06	0,20 ^{Aa} ± 0,06	0,38 ^{Aa} ± 0,34	0,24 ^{Aa} ± 0,10
	SAA	0,37 ^{Aa} ± 0,21	0,17 ^{Aa} ± 0,06	0,56 ^{Aa} ± 0,35	0,19 ^{Aa} ± 0,06
Żujność [-] Chewiness	C	2,15 ^{Ba} ± 1,49	0,59 ^{Ba} ± 0,18	2,86 ^{Aa} ± 0,76	0,49 ^{Ba} ± 0,28
	S	0,68 ^{Aa} ± 0,48	0,46 ^{Aa} ± 0,23	2,29 ^{Aa} ± 1,98	0,52 ^{Aa} ± 0,22
	SAW	0,69 ^{Aa} ± 0,33	0,70 ^{Aa} ± 0,16	2,57 ^{Aa} ± 2,69	0,62 ^{Aa} ± 0,19
	SAA	2,20 ^{Ba} ± 1,36	0,39 ^{Ba} ± 0,32	3,02 ^{Aa} ± 2,72	0,58 ^{Ba} ± 0,22
Ścięgnistość [mm] Stringiness	C	32,37 ^{Aa} ± 0,44	26,34 ^{Ba} ± 0,78	30,91 ^{Aab} ± 0,83	27,25 ^{Bab} ± 1,73
	S	30,86 ^{Aa} ± 0,71	26,00 ^{Ba} ± 0,62	31,67 ^{Aab} ± 0,65	26,96 ^{Bb} ± 0,95
	SAW	28,77 ^{ABb} ± 1,38	27,10 ^{Ba} ± 1,19	29,91 ^{Ab} ± 1,02	28,82 ^{ABa} ± 1,33
	SAA	31,77 ^{Aa} ± 0,70	26,60 ^{Ba} ± 1,10	32,26 ^{Aa} ± 1,40	26,94 ^{Bb} ± 1,70

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

W tab. 5. przedstawiono wyniki pomiarów parametrów barwy badanych próbek w trakcie chłodniczego przechowywania. Rodzaj zastosowanego do produkcji mięsa wpływał istotnie wyłącznie na jasność uzyskanych wyrobów surowo dojrzewających

(L^*). Kielbasy z mięsa wołowego zarówno po 180, jak i 360 dobach przechowywania cechowały się jaśniejszą barwą niż analogiczne warianty kielbas z mięsa daniela. Różnice te mogą wynikać z rodzaju mięsa, gdyż kielbasy wołowe cechowały się niższymi wartościami pH, co mogło bezpośrednio wpływać na różne formy redoks barwników mięsa. Potwierdzono zależność pomiędzy parametrem L^* produktów a wartością pH ($r = -0,581$). Zastosowane do produkcji dodatki technologiczne istotnie wpłynęły na wszystkie parametry barwy, przy czym (zgodnie z wynikami przedstawionymi w tab. 1) największe istotne różnice pomiędzy wariantami kielbas obserwowano w przypadku parametrów a^* i b^* . Zgodnie z przewidywaniami najwyższy udział barwy czerwonej w ogólnym tonie barwy (wartości parametru a^*) obserwowano w próbach z dodatkiem barwotwórczego azotanu(III) sodu. Wysokie wartości parametru a^* wystąpiły również w przypadku kielbas z mięsa daniela po 360 dobach chłodniczego przechowywania z dodatkiem serwatki kwasowej i askorbinianu sodu (SSA, nie zaobserwowano istotnych różnic w porównaniu z próbą kontrolną) oraz soli morskiej (S, wartość nieznacznie niższa od wartości uzyskanej w próbach z dodatkiem serwatki kwasowej i askorbinianu sodu). Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic wskazujących na wyraźny wpływ zastosowanego dodatku technologicznego, rodzaju mięsa czy długości czasu przechowywania na zmiany wartości parametru b^* barwy. Po 180 i 360 dobach chłodniczego przechowywania najwyższy udział barwy żółtej w ogólnym tonie barwy obserwowano w przypadku kielbas z mięsa daniela z dodatkiem serwatki kwasowej i askorbinianu sodu (odpowiednio: $6,79 \pm 1,31$ i $8,16 \pm 1,01$) oraz kielbas wołowych z dodatkiem soli morskiej (po 180 dobach przechowywania: $b^* = 7,23 \pm 1,44$) i z dodatkiem serwatki kwasowej (po 360 dobach przechowywania: $b^* = 6,24 \pm 0,85$). Pérez-Alvarez i wsp. [33] interpretują zmiany udziału barwy żółtej w ogólnym tonie barwy jako skutek wykorzystania tlenu przez bakterie, co wpływa na zmniejszenie zawartości oksymyoglobiny.

Niemal wszystkie zmienne wykazywały statystycznie istotne korelacje ($p \leq 0,05$) pomiędzy sobą. W celu wyznaczenia najwyższych korelacji pomiędzy badanymi parametrami do analizy wybrano zależności, których wartość współczynnika korelacji Pearsona była większa niż $\pm 0,500$. Zmiany kwasowości produktów były istotnie skorelowane z zawartością azotu niebiałkowego ($r = 0,858$), wartościami indeksu proteolizy ($r = 0,813$), aktywnością wody ($r = 0,555$), wyróżnikami tekstury: żużnością próbek ($r = 0,560$), ściętnością ($r = 0,780$) oraz parametrami barwy L^* ($r = -0,581$) i a^* ($r = 0,509$). Jak wcześniej nadmieniono, zmiany pH w znaczący sposób determinują aktywność enzymów i mikroorganizmów odpowiedzialnych za przemiany proteolityczne białek mięsa. Wysoki poziom korelacji pomiędzy wartością pH a zawartością NPN czy IP potwierdził współzależność tych parametrów.

Tabela 5. Wartości wyróżników barwy CIE L*a*b* surowo dojrzewających kielbas z mięsa daniela i z mięsa wołowego w trakcie ich chłodniczego przechowywania

Table 5. Colour parameters in CIE L*a*b* colour space during refrigerated storage of dry fermented sausages from beef and fallow deer meat

Cecha Feature	Wariant Batch	Czas przechowywania [doba] Storage time [day]			
		180		360	
		Mięso z daniela Fallow deer meat	Mięso wołowe Beef meat	Mięso z daniela Fallow deer meat	Mięso wołowe Beef meat
L*	C	47,05 ^{ABa} ± 1,85	51,08 ^{Aa} ± 1,57	45,80 ^{Ba} ± 3,26	49,55 ^{ABa} ± 3,02
	S	41,66 ^{Cb} ± 2,98	54,09 ^{Aa} ± 3,48	43,87 ^{Ca} ± 2,12	49,83 ^{Ba} ± 2,20
	SAW	48,17 ^{ABa} ± 2,70	50,88 ^{Aa} ± 2,81	45,42 ^{Ba} ± 2,50	49,66 ^{Aa} ± 2,20
	SAA	47,34 ^{Aa} ± 2,66	50,00 ^{Aa} ± 1,25	47,84 ^{Aa} ± 2,95	50,90 ^{Aa} ± 2,20
a*	C	6,69 ^{BCa} ± 0,59	7,80 ^{Aa} ± 0,72	6,84 ^{ABa} ± 0,62	5,79 ^{Ca} ± 1,07
	S	3,76 ^{Bb} ± 0,53	3,46 ^{Bb} ± 0,79	5,47 ^{Ab} ± 0,72	3,21 ^{Bb} ± 0,31
	SAW	3,21 ^{ABb} ± 0,42	2,72 ^{Bb} ± 0,25	3,78 ^{ABc} ± 0,65	2,93 ^{Ab} ± 0,60
	SAA	3,96 ^{Bb} ± 0,61	2,65 ^{Cb} ± 0,33	6,18 ^{Aab} ± 0,67	2,60 ^{Cb} ± 0,55
b*	C	5,49 ^{Aab} ± 1,30	5,42 ^{Ab} ± 0,90	6,19 ^{Ab} ± 0,89	4,78 ^{Aa} ± 0,88
	S	4,70 ^{Bb} ± 1,11	7,23 ^{Aa} ± 1,44	5,94 ^{ABb} ± 1,02	6,11 ^{ABa} ± 0,84
	SAW	6,29 ^{Aab} ± 1,34	6,61 ^{Aab} ± 0,38	5,72 ^{Ab} ± 0,97	6,24 ^{Aa} ± 0,85
	SAA	6,79 ^{ABa} ± 1,31	6,53 ^{Bab} ± 0,45	8,16 ^{Aa} ± 1,01	5,84 ^{Ba} ± 0,71

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

Wyniki przeprowadzonego doświadczenia pozwoliły na stwierdzenie, że wzrost aktywności wody związany jest ze zmniejszeniem zawartości azotu ogólnego ($r = -0,717$), a także wzrostem zawartości azotu niebiałkowego ($r = 0,657$), indeksu proteolizy ($r = 0,776$) oraz twardości próbek ($r = 0,590$). Wszystkie cechy skorelowane z aktywnością wody opisywały zmiany frakcji białkowej kielbas. Potwierdza to, że aktywność wody jest jednym z czynników limitujących intensywność przemian proteolitycznych.

Wraz ze wzrostem zawartości azotu niebiałkowego w próbkach obserwowano istotne zmniejszenie ich twardości ($r = -0,744$) oraz wzrost wartości ściętności ($r = 0,708$), a także obniżenie wartości jasności (L^*) badanych próbek ($r = -0,605$). Zmiany parametrów tekstury wynikały z postępującej degradacji białek tworzących strukturę tkanki mięśniowej. Na zmniejszenie jasności barwy mógł mieć natomiast wpływ rozkład białek zaliczanych do barwników mięsa. Podobne korelacje zaobser-

wowano również pomiędzy wartościami indeksu proteolizy, co dowodzi, że wartości PI są ściśle związane ze zmianami zawartości azotu niebiałkowego w próbkach.

Wnioski

1. Czas przechowywania, rodzaj surowca mięsnego oraz zastosowane do produkcji dodatki technologiczne wpływają wysoko istotnie na parametry fizykochemiczne, przemiany proteolityczne, barwę i teksturę kielbas surowo dojrzewających podczas chłodniczego przechowywania.
2. Niższe wartości pH, aktywności wody oraz intensywności proteolizy wskazują na wyższą trwałość w trakcie przechowywania kielbas surowo dojrzewających z mięsa wołowego niż kielbas z mięsa daniela.
3. Zastosowanie dodatku serwatki kwasowej wpływa na obniżenie wartości pH i aktywności wody kielbas surowo dojrzewających z mięsa wołowego i mięsa daniela oraz intensywności przemian proteolitycznych kielbas wołowych podczas ich przechowywania.
4. Zastosowanie dodatku serwatki kwasowej łącznie z askorbinianem sodu w przypadku kielbas wołowych wpływa korzystnie na trwałość przechowalniczą (obniżenie wartości pH oraz intensywności przemian proteolitycznych).

Literatura

- [1] Abellán A., Salazar E., Vázquez J., Cayuela J.M., Tejada L.: Changes in proteolysis during the dry-cured processing of refrigerated and frozen loin. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2018, 96, 507-512.
- [2] Berardo A., Devreese B., De Maere H., Stavropoulou D.A., van Royen G., Leroy F., De Smet S.: Actin proteolysis during ripening of dry fermented sausages at different pH values. *Food Chem.*, 2017, 221, 1322-1332.
- [3] Bureš D., Bartoň L., Kotrba R., Hakl J.: Quality attributes and composition of meat from red deer (*Cervus elaphus*), fallow deer (*Dama dama*) and Aberdeen Angus and Holstein cattle (*Bos taurus*). *J. Sci. Food Agric.*, 2015, 95 (11), 2299-2306.
- [4] Careri M., Mangia A., Barbieri G., Bouoni L., Virgili R., Parolari G.: Sensory property relationships to chemical data of Italian-type dry-cured ham. *J. Food Sci.*, 1993, 58 (5), 968-972.
- [5] Cenci-Goga B.T., Rossitto P.V., Sechi P., Parmegiani S., Cambiotti V., Cullor J.S.: Effect of selected dairy starter cultures on microbiological, chemical and sensory characteristics of swine and venison (*Dama dama*) nitrite-free dry-cured sausages. *Meat Sci.*, 2012, 90 (3), 599-606.
- [6] Chakanya C., Arnaud E., Muchenje V., Hoffman L.C.: Changes in the physico-chemical attributes through processing of salami made from blesbok (*Damaliscus pygargus phillipsi*), eland (*Taurotragus oryx*), fallow deer (*Dama dama*), springbok (*Antidorcas marsupialis*) and black wildebeest (*Connochaetes gnou*) in comparison to pork. *Meat Sci.*, 2018, 146, 87-92.
- [7] Daszkiewicz T., Kubiak D., Hołdyńska E., Piaskowska N.: The comparison of meat quality from different carcass cuts of male fallow deer (*Dama dama* L.). *Pol. J. Nat. Sci.*, 2017, 32, 273-281.
- [8] Dell Inc.: Dell Statistica (data analysis software system), 2016, version 13. <http://software.dell.com>

- [9] Fernández M., Benito M.J., Martín A., Casquete R., Córdoba J.J., Córdoba M.G.: Influence of starter culture and a protease on the generation of ACE-inhibitory and antioxidant bioactive nitrogen compounds in Iberian dry-fermented sausage "salchichón". *Heliyon*, 2016, 2 (3), #e00093.
- [10] Flores M., Durá M.A., Marco A., Toldrá F.: Effect of *Debaryomyces* spp. on aroma formation and sensory quality of dry-fermented sausages. *Meat Sci.*, 2004, 68 (3), 439-446.
- [11] Górska K., Pietkiewicz J.J.: Funkcje technologiczne i charakterystyka kwasów dodawanych do żywności. *Prace Nauk. UE we Wrocławiu. Nauki Inżynierskie i Technologie*, 2009, 1 (57), 141-158.
- [12] Hughes M.C., Kerry J.P., Arendt E.K., Kenneally P.M., McSweeney P.L.H., O'Neill E.E.: Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages. *Meat Sci.*, 2002, 62 (2), 205-216.
- [13] Jokanovic M., Ikonc P., Skaljic S., Tasic T., Tomovic V., Sojic B., Ivic M., Petrovic L., Dzinic N.: Proteolysis and texture profile of traditional dry-fermented sausage as affected by primary processing method. *Meat Technol.*, 2017, 58 (2), 103-109.
- [14] Jones M., Hoffman L.C., Muller M.: Oxidative stability of blesbok, springbok and fallow deer droëwors with added rooibos extract. *S. Afr. J. Sci.*, 2015, 111 (11-12), 1-8.
- [15] Karwowska M., Dolatowski Z.J.: Effect of acid whey and freeze-dried cranberries on lipid oxidation and fatty acid composition of nitrite-/nitrate-free fermented sausage made from deer meat. *Asian Austral. J. Anim. Sci.*, 2017, 30 (1), 85.
- [16] Maksimovic A.Z., Zunabovic-Pichler M., Kos I., Mayrhofer S., Hulak N., Domig K.J., Fuka M.M.: Microbiological hazards and potential of spontaneously fermented game meat sausages: A focus on lactic acid bacteria diversity. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2018, 89, 418-426.
- [17] Mendonça R.C., Gouvêa D.M., Hungaro H.M., Sodrê A.D.F., Querol-Simon A.: Dynamics of the yeast flora in artisanal country style and industrial dry cured sausage (yeast in fermented sausage). *Food Control*, 2013, 29 (1), 143-148.
- [18] Molly K., Demeyer D., Johansson G., Raemaekers M., Ghistelinck M., Geenen I.: The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausages. First results of a European project. *Food Chem.*, 1997, 59 (4), 539-545.
- [19] Nowak D.: Mięso zwierząt egzotycznych – nietypowe źródło białka. *Przem. Spoż.*, 2008, 62, 16-20.
- [20] Paleari M.A., Moretti V.M., Beretta G., Mentasti T., Bersani C.: Cured products from different animal species. *Meat Sci.*, 2003, 63 (4), 485-489.
- [21] PN-A-04018:1975. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczenie azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko.
- [22] Principles of preservation of shelf-stable dried meat products. [on line] USDA – United States Department of Agriculture. Dostęp w Internecie [24.10.2014]: https://www.fsis.usda.gov/shared/PDF/FSRE_SS_7Principles.pdf
- [23] Rozporządzenie komisji (UE) nr 1129/2011 z dnia 11 listopada 2011 r. zmieniające załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 poprzez ustanowienie unijnego wykazu dodatków do żywności. *Dz. U. L* 295, ss. 1-177, z 12.11.2011.
- [24] Rzepkowska A., Zielińska D., Ołdak A., Kołożyn-Krajewska D.: Organic whey as a source of *Lactobacillus* strains with selected technological and antimicrobial properties. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2017, 52 (9), 1983-1994.
- [25] Safa H., Gatellier P., Lebert A., Picgirard L., Mirade P.S.: Effect of combined salt and animal fat reductions on physicochemical and biochemical changes during the manufacture of dry-fermented sausages. *Food Bioprocess. Technol.*, 2015, 8 (10), 2109-2122.
- [26] Soriano A., Cruz B., Gómez L., Mariscal C., Ruiz A.G.: Proteolysis, physicochemical characteristics and free fatty acid composition of dry sausages made with deer (*Cervus elaphus*) or wild boar (*Sus scrofa*) meat: A preliminary study. *Food Chem.*, 2006, 96 (2), 173-184.

- [27] Stadnik J., Kęska P.: Meat and fermented meat products as a source of bioactive peptides. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2015, 14 (3), 181-190.
- [28] Stajić S., Stanišić N., Tomovic V., Petricevic M., Stanojković A., Radovic C., Gogić M.: Changes in color and texture during storage of Sremska sausage, a traditional Serbian dry-fermented sausage. *Fleischwirtschaft Int.*, 2017, 6, 54-58.
- [29] Toldra F.: Biochemistry of fermented meat. In.: *Food Biochemistry and Food Processing*. 2nd ed. Eds. B.K. Simpson, L.M. Nollet, F. Toldrá, S. Benjakul, G. Paliyath, Y.H. Hui. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa, 2012, pp. 331-344.
- [30] Użytkowanie lasu – skup ubocznych produktów leśnych. [on line]. GUS. Dostęp w Internecie [31.08.2018]: http://swaid.stat.gov.pl/Lesnictwo_dashboards/Raporty_predefiniowane/RAP_DBD_LES_7.aspx
- [31] Wójciak K.M., Karwowska M., Dolatowski Z.J.: Fatty acid profile, color and lipid oxidation of organic fermented sausage during chilling storage as influenced by acid whey and probiotic strains addition. *Sci. Agric.*, 2015, 72 (2), 124-131.
- [32] Żochowska-Kujawska J.: Effects of fibre type and structure of *longissimus lumborum* (Ll), *biceps femoris* (Bf) and *semimembranosus* (Sm) deer muscles salting with different NaCl addition on proteolysis index and texture of dry-cured meats. *Meat Sci.*, 2016, 121, 390-396.
- [33] Pérez-Alvarez J.A., Sayas-Barberá M.E., Fernández-López J., Aranda-Catalá V.: Physicochemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage. *Food Res. Int.*, 1999, 32 (9), 599-607.

COMPARISON OF PHYSICOCHEMICAL AND PROTEOLYTIC CHANGES OCCURRING IN DRY FERMENTED SAUSAGES MADE FROM FALLOW DEER AND BEEF MEAT DURING THEIR STORAGE

S u m m a r y

The objective of the research study was to compare the shelf life of dry fermented sausages made from fallow deer and beef meat; the comparison was made on the basis of both the intensity of proteolytic transformations and physicochemical changes occurring therein and their effect on the colour and texture parameters of the sausages studied.

There were produced four experimental batches of sausages from fallow deer meat and beef meat: C – control batch with cured salt added (2.8 %); S – reference batch with sea salt (2.8 %); SAW – the tested batch with the addition of sea salt (2.8 %) and acid whey (5 %); SAA – the tested batch with the addition of sea salt (2.8 %) and sodium ascorbate (0.05 %). In order to assess the intensity of proteolytic transformations, the contents of total nitrogen (TN) and non-protein nitrogen (NPN) were determined; based on the measured content amounts, a proteolysis index (PI) was calculated. The physicochemical changes were assessed on the basis of the measured pH level and water activity (a_w) after the fermentation process accomplished (0) and after the half-year (180) and one-year storage (360) under the refrigerated conditions. After 180 and 360 days of storing the products, the colour of the sausages analysed (CIE $L^*a^*b^*$) was determined and an instrumental analysis of the texture properties was performed.

The results obtained indicate a significant effect of storage time, the type of meat and the additives used on all the parameters analysed. It was found that the fallow deer sausages were more susceptible to the adverse changes occurring during long-term storage (higher values of pH and water activity, more advanced proteolysis transformations). Regardless of the meat type, sausages produced using acid whey were characterized by similar values of the characteristics studied during long-term refrigerated storage compared to the control variants with the curing mix added. Only in the case of beef sausages the addition of acid whey and sodium ascorbate made it possible to hold down the pH value and water activity and to

limit the intensity of proteolysis transformations and adverse changes in colour and texture properties during storage of those products.

Key words: beef meat, fallow deer meat, dry fermented sausage, acid whey, sodium ascorbate, proteolysis transformations ☒



Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy
im. Jana Długosza w Częstochowie
Polskie Towarzystwo Technologów Żywności
Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN

zapraszają na

**VIII Ogólnopolską Konferencję Naukową
z cyklu
Żywność – Żywienie – Dietetyka
nt. „Żywienie i dietetyka osób starszych”**

Częstochowa, 16 – 17 października 2019 r.

Informacje: www.dietkonf.ujd.edu.pl
Kontakt: mgr Sylwia Ptak; tel.: (34) 361-49-18;
e-mail: dietkonf@ujd.edu.pl

MARTA SAJDAKOWSKA, SYLWIA ŻAKOWSKA-BIEMANS,
KRYSTYNA GUTKOWSKA

FOOD OF POLISH ORIGIN AND ITS ATTRIBUTES IN CONSUMER OPINION

S u m m a r y

The study included two survey objectives: (1) to define the socio-demographic profile of consumers interested in food perceived as domestic; (2) to determine the consumers' understanding of the concept 'food of Polish origin' and to indicate, which attributes, and to what extent, are attributed to this type of food. A Poland-wide pool of 1000 persons was surveyed in October 2013. The character of the survey research was quantitative; the survey was conducted with the use of a personal CAPI technique (Computer Assisted Personal Interviews). A frequency analysis was carried out; mean values and standard deviations were calculated. A χ^2 statistic was applied to determine statistically significant differences among the variables. A one way analysis of variance (ANOVA) and a Tukey's post hoc test were adopted to compare whether or not the differences among the means were statistically significant. It was proved that the 'food of Polish origin' was mostly perceived as a food produced in Poland and from the Polish raw materials. The respondents who highlighted the place of production as a key criterion to indicate the Polish origin of food were over 61 years of age; they had higher education and declared to frequently travel abroad. The women surveyed more frequently appreciated the Polish origin of raw materials as did the oldest respondents and the persons with a higher level of education. The results obtained show that the consumers have confidence in the food they believed to be of the Polish origin and they positively assess it. Also, the results achieved provide some insights into communications targeted at elderly consumers, whose market share increases owing to the aging of the society.

Key words: consumer, food of Polish origin, food attributes, consumer ethnocentrism

Introduction

While taking food purchase decisions, the consumers consider numerous criteria [21], including sensory properties of food, prices and naturalness [17]. Polish consum-

*Dr inż. M. Sajdakowska, dr hab. S. Żakowska-Biemans, prof. dr hab. K. Gutkowska, Katedra Organizacji i Ekonomiki Konsumpcji, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa.
Kontakt: marta_sajdakowska@sggw.pl*

ers are more and more concerned with various food quality attributes [21] and, as regards some foods, they are focused on such purchase factors as quality level and country of origin given on the label of a given product [39]. Furthermore, it is also important for the Polish consumers whether or not the product is of Polish origin [21, 26]. In general, positive connotations of the Polish consumers with the domestic food are determined by their ethnocentric tendencies seen as a universal manifestation of the preference for products manufactured within the geographic area of consumer origin [25, 37].

In their studies, Shimp and Sharma showed [28] that consumer ethnocentrism implies that purchasing imports is wrong because it is unpatriotic and detrimental to the economy and it results in loss of jobs. Ethnocentric tendencies are negatively correlated with attitudes towards foreign products and purchase intentions [28].

Overall, when socio-demographic determinants are taken into account, age and education are the variables to diversify ethnocentric attitudes. It is noted that older consumers are more often ethnocentric than young consumers [15, 31, 35]. Consumer ethnocentrism is lower among the consumers with higher levels of education [22] and, as the education level increases, the ethnocentric tendency decreases [9]. In addition, the younger and higher-income consumers are less ethnocentric than their older and lower-income counterparts, and men are less so than women [28].

What is more, according to the studies by Kottasz and Bennet [15], Nijssen and Douglas [20], and by Dobrenova et al. [7], the persons who travel and have contact with other cultures adopt ethnocentric attitudes less frequently and they are more open to products of foreign origin. Erdogan and Uzokurt [9] as well as Yeh et al. [36] reported that high levels of consumer ethnocentrism were significantly associated with strongly negative perceptions of foreign products and with very positive perceptions of domestic products.

According to the research on Polish consumers conducted by CBOS (Centrum Badań Opinii Społecznej – Centre for Public Opinion Research), almost half of them take into account the domestic origin of those products during everyday shopping. Referring to the aspects important from the point of view of the concept of ‘national/domestic product’, the consumers mainly indicate a product that is produced by a Polish company (96 %) and to a less extent a product produced by a Polish company that operates abroad (40 %) and also a product manufactured in Poland by a foreign company (24 %) [6].

With regard to the food market, those products, which combine the characteristics of local, regional and traditional products, are highly valued by the consumers. They are particularly valued for their natural character and their flavour [10]. Simultaneously, of food quality attributes, the taste and naturalness of organic food that can be per-

ceived as local food are more important for the consumers than the same attributes of the conventional food products [8].

There is a belief that usually the local food is tastier and of a higher quality. Hence the taste is the most important driver when purchasing food, thus the local origin of a product is in fact a premium asset [11]. Moreover, the consumers positively value locally grown/produced products and they are also willing to pay more for those products [12]. Furthermore, when referring to the traditional food products, the consumers express a strong interest in being informed about the traditional character of them. They strongly link the traditional food products originating from their own country with a high level of quality [19] and some of the consumers underline that those products have a positive effect on their health [24].

In addition, Poland is a country with a strong sense of patriotism where many traditions are maintained and where the traditions such as Easter or Christmas are strongly associated with the traditional food or the food that has the characteristics of being non-industrialized [33].

Furthermore, when describing traditional food products, the consumers name the attributes such as: special taste, a high yet not highly consistent quality, a high environmental friendliness and a good support for the local economy [1]. As regards the organic food, the main reasons why the consumers select and purchase this type of food include, *inter alia*, healthiness, food safety, superior taste and quality assurance [5]. Moreover, for some consumers, e.g. for those who are interested in organic food, supporting the local economy is also one of the aspects to be considered when choosing food [38].

Taking into account all the available data in the reference literature, the objective of this survey research covered the following: (1) to define the socio-demographic profile of consumers interested in food perceived as domestic; (2) to determine the consumer's understanding of the concept 'food of Polish origin' and to indicate which attributes, and to what extent, are attributed to this type of food.

Material and methods

A Poland-wide pool of 1000 persons was surveyed in October 2013. The survey was quantitative in character and it was carried out with the use of a CAPI technique (Computer Assisted Personal Interviews) and a random-stratified sampling method based on the address directory of the Polish Central Statistical Office. The consumers older than 21 years were considered mature enough to take individual food purchase decisions, therefore this group of respondents participated in the survey. Moreover, the sampling met the requirement of representativeness of the general Polish population with regard to the persons aged 21 years and more in terms of the gender and age. Only the persons who declared to purchase food for their households were qualified to par-

ticipate in the survey. The women comprised 53.7 % and the men 46.3 % of the total sample. Over 1/3 of the respondents were the persons aged between 51 and 60 (34.4 %). As far as the education was concerned, the persons with primary and vocational education comprised nearly 2/5 of the respondents (37.8 %) and the persons with secondary education – 35.4 %. Almost 1/3 of the survey participants evaluated their financial standing as good or very good (26.6 % and 2.9 %, respectively) and every tenth respondent as bad or very bad (10.5 % and 1.2 %, respectively). Over half of the respondents claimed they did not travel abroad within the past 3 years or at all (30.8 % and 26.6 %, respectively). A detailed description of the survey sample is presented in Tab. 1. Only some selected issues covered by the survey research are presented in this article and this is in line with the specified survey objective.

The questionnaire used in the survey included the questions on the following: (1) the concept of 'food of Polish origin', (2) attributes of food perceived as domestic, (3) selected items from the CETSCALE (Consumer Ethnocentric Tendencies Scale) [28] and socio-demographic characteristics of the population.

To identify how the respondents conceptualize the notion 'food of Polish origin', they were asked to assess how strongly they agreed with the 4 statements describing: (1) the place of food production (Poland), (2) the origin of raw materials, (3) the domestic origin of the company and (4) the country the workers of a company come from. Subsequently, the respondents were requested to assess how strongly they agreed with the statements describing a food referred to as the food of Polish origin. In order to accomplish the survey research objective, the participants were asked to indicate to what extent they agreed with an opinion that the Polish food: (1) is of high quality, (2) is tasty, (3) looks attractive, (4) is easy to prepare, (5) is readily available, (6) has high nutritional value, (7) is cheap and (8) supports the local economy. The level of agreement as regards the concept of 'food of Polish origin' and the attributes assigned to it was measured with the use of a 7-point scale, where 1 was – 'I strongly disagree' and 7 – 'I strongly agree'.

Also, in the survey research, there was measured the intensity of the respondents' ethnocentrism. Twelve selected statements from the original CETSCALE (i.e. a 7-point Consumer Ethnocentric Tendencies Scale were adopted for that purpose; here 1 means – 'I strongly disagree' and 7 means – 'I strongly agree') [28].

The statements used in this survey were as follows: (1) It is not right to purchase foreign products; (2) A real Pole should always buy Polish-made products; (3) Poles should not buy foreign products, because this hurts Polish business and causes unemployment; (4) Polish consumers who purchase products made in other countries are responsible for putting their fellow Poles out of work; (5) Purchasing foreign-made products is un-Polish; (6) Only those products that are unavailable in Poland should be

Table 1. Description of respondents comprising selected socio-demographic characteristics, travels abroad and level of consumer ethnocentrism

Tabela 1. Charakterystyka respondentów z uwzględnieniem wybranych cech socjodemograficznych, wyjazdów za granicę oraz poziomu etnocentryzmu konsumenckiego

Socio-demographic characteristics / Charakterystyka socjodemograficzna	N	[%]
Gender / Płeć		
female / kobiety	537	53.7
male / mężczyźni	463	46.3
Age [years] / Wiek [w latach]		
21 - 30	213	21.3
31 - 40	179	17.9
41 - 50	135	13.5
51 - 60	344	34.4
61 and more / 61 i więcej	129	12.9
Education / Wykształcenie		
primary, vocational / podstawowe, zawodowe	378	37.8
secondary / średnie	354	35.4
bachelor's degree, engineer's degree, higher education licencjackie, inżynierskie, wyższe	268	26.8
Subjective assessment of financial standing / Subiektywna ocena sytuacji finansowej		
very bad / bardzo zła	12	1.2
bad / zła	105	10.5
neither good nor bad / ani dobra ani zła	588	58.8
good / dobra	266	26.6
very good / bardzo dobra	29	2.9
Travels abroad / Wyjazdy za granicę		
more often than once a year / częściej niż raz na rok	83	8.3
once a year / raz w roku	118	11.8
less than once a year / rzadziej niż raz na rok	225	22.5
no travels within the last 3 years brak wyjazdu w ciągu ostatnich 3 lat	308	30.8
no travels at all / w ogóle brak wyjazdu	266	26.6
Level of consumer ethnocentrism / Poziom etnocentryzmu konsumenckiego		
low / niski	241	24.1
medium / średni	536	53.6
high / wysoki	223	22.3

Source / Źródło: the author's own study / badania własne

imported; (7) It is always best to purchase Polish products; (8) Foreign products should be taxed heavily to reduce their entry into Poland; (9) There should be very little trading or purchasing of goods from other countries unless out of necessity; (10) Curbs

should be put on all imports; (11) Foreigners should not be allowed to put their products on our markets; (12) Buy Polish-made products. Keep Poland working.

The calculated level of consumer ethnocentrism ranged from 12 to 84; on the basis of that level, it was possible to assign the respondents into one of the three categories depending on the intensity of consumer ethnocentrism, i.e. the consumers with low (12 - 35 points), medium (36 - 60 points) and high ethnocentrism (61 - 84 points).

While analyzing the data, a frequency analysis was carried out, mean values and standard deviations were calculated. To determine statistically significant differences among the variables, a χ^2 statistic was calculated (level of significance $p < 0.05$). To verify whether or not the difference between the means is significant, a one way ANOVA and a Tukey's post hoc test were adopted at a significance level of $p < 0.05$. The statistical analysis of the results was performed with the use of IBM SPSS Statistics 24.0 statistical software.

Results and discussion

Food perceived as domestic products – fundamentals of the concept

When defining the term 'food of Polish origin' as the food produced in Poland (χ^2 test), it was found that the respondents' opinions were statistically significantly differentiated by the gender ($p = 0.026$). Furthermore, the respondents' opinions on the Polish origin of raw materials were significantly differentiated by the gender and education ($p = 0.004$ and $p = 0.048$, respectively). The respondents' definitions of the term 'food of Polish origin' as the food produced by a company of domestic origin were statistically significantly differentiated by the gender of the respondents ($p = 0.008$), their age ($p = 0.035$), and their level of education ($p = 0.002$). The opinion concerning the production of food by a company that employs Polish workers was statistically significantly impacted by the education ($p = 0.035$).

On the basis of mean ratings (ANOVA, $p < 0.005$), it was found that all the statements describing the food of Polish origin received higher than neutral ratings from the participants (4). Among the persons aged 61 and more, the level of belief that the food of Polish origin was produced in Poland was statistically significantly higher than that of the persons aged 51 - 60. Compared with the persons with primary or vocational education, the persons with at least a bachelor's degree agreed with this opinion to a statistically significantly greater extent as did the persons who went abroad more often than once a year in comparison to the persons who did not travel at all (Tab. 2).

As regards the origin of raw materials (food produced from the Polish raw materials), significantly higher levels of agreement were declared by the women than by the men. Moreover, significantly higher ratings were provided by the oldest respondents than by the youngest (21 - 30 years old) and those aged 41 - 50 and 51 - 60. The per-

sons with at least a bachelor's degree agreed with this opinion significantly more strongly than those with primary or vocational education.

Table 2. Definitions of food of Polish origin comprising selected socio-demographic variables, profiles of travels abroad and level of consumer ethnocentrism

Tabela 2. Definiowanie żywności pochodzenia polskiego z uwzględnieniem wybranych cech socjodemograficznych, charakterystyki dotyczącej wyjazdów za granicę oraz poziomu etnocentryzmu konsumentckiego

Profile of the sample surveyed Charakterystyka badanej populacji		Produced Wyprodukowana		Produced by company Wyprodukowana przez firmę	
		in Poland w Polsce	from Polish raw materials z polskich surowców	of domestic origin o krajowym pochodzeniu	that employs Polish workers w której zatrud- nieni są polscy pracownicy
Total population / Cała populacja		5.63 ± 1.47	5.61 ± 1.42	4.73 ± 1.66	4.30 ± 1.84
Gender Płeć	female / kobiety	5.71 ± 1.50	5.72 ^a ± 1.44	4.70 ± 1.74	4.26 ± 1.92
	male / mężczyźni	5.55 ± 1.44	5.49 ^a ± 1.39	4.77 ± 1.56	4.34 ± 1.74
Age [years] Wiek [w latach]	21 - 30	5.76 ± 1.36	5.54 ^a ± 1.47	4.70 ± 1.69	4.05 ^a ± 1.94
	31 - 40	5.55 ± 1.41	5.50 ^b ± 1.37	4.61 ± 1.64	4.25 ± 1.77
	41 - 50	5.73 ± 1.43	5.67 ± 1.46	4.68 ± 1.76	4.17 ^b ± 1.92
	51 - 60	5.44 ^a ± 1.55	5.51 ^c ± 1.42	4.71 ± 1.54	4.33 ± 1.75
	61 and more 61 i więcej	5.98 ^a ± 1.52	6.06 ^{abc} ± 1.31	5.06 ± 1.79	4.80 ^{ab} ± 1.80
Education Wykształcenie	primary, vocational podstawowe, zawodowe	5.51 ^a ± 1.61	5.49 ^a ± 1.47	4.87 ^a ± 1.50	4.53 ^{ab} ± 1.68
	secondary / średnie	5.61 ± 1.40	5.60 ± 1.43	4.53 ^a ± 1.75	4.13 ^a ± 1.87
	bachelor's degree, engineer's degree, higher licencjackie, inżynierskie, wyższe	5.84 ^a ± 1.34	5.78 ^{a±} 1.32	4.81 ± 1.72	4.18 ^b ± 1.97
Subjective assessment of finan- cial standing Subiektywna ocena sytuacji finansowej	very bad bardzo zła	5.50 ± 2.32	5.75 ± 1.96	5.83 ^{ab} ± 1.59	5.75 ± 1.29
	bad / zła	5.83 ± 1.20	5.68 ± 1.30	5.08 ^c ± 1.52	4.83 ± 1.84
	neither good nor bad ani dobra ani zła	5.66 ± 1.42	5.62 ± 1.40	4.81 ^d ± 1.62	4.31 ± 1.79
	good / dobra	5.47 ± 1.62	5.52 ± 1.49	4.44 ^{acd} ± 1.70	4.01 ± 1.88
	very good bardzo dobra	6.00 ± 1.51	5.90 ± 1.40	4.17 ^b ± 2.02	4.03 ± 1.97
Travels abroad Wyjazdy za granicę	more often than once a year częściej niż raz na rok	6.06 ^a ± 1.28	5.88 ^a ± 1.20	4.64 ± 1.68	4.20 ± 2.01
	once a year raz w roku	5.61 ± 1.45	5.54 ± 1.40	4.58 ± 1.70	4.36 ± 1.87
	less than once a year / rzadziej niż raz na rok	5.55 ± 1.53	5.59 ± 1.46	4.72 ± 1.72	4.16 ± 1.89

	no travel within the last 3 years brak wyjazdu w ciągu ostatnich 3 lat	5.68 ± 1.44	5.84 ^b ± 1.30	4.74 ± 1.65	4.30 ± 1.76
	no travel at all / w ogóle brak wyjazdu	5.53 ^a ± 1.51	5.31 ^{ab} ± 1.54	4.82 ± 1.60	4.41 ± 1.82
Level of consumer ethnocentrism Poziom etnocentryzmu konsumentckiego	low / niski	5.68 ^{ab} ± 1.71	5.90 ^a ± 1.52	4.24 ^{ab} ± 1.92	3.63 ^{ab} ± 2.04
	medium / średni	5.41 ^{ac} ± 1.42	5.29 ^{ab} ± 1.38	4.64 ^{ac} ± 1.44	4.19 ^{ac} ± 1.60
	high / wysoki	6.13 ^{bc} ± 1.20	6.07 ± 1.21	5.48 ^{bc} ± 1.60	5.28 ^{bc} ± 1.76

Explanatory notes / Objasnienia:

Table shows mean values ± standard deviation / W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenie standardowe; n = 1000; a, b, c – mean values in columns and denoted by the same letters differ statistically significantly ($p < 0.05$) / wartości średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0.05$).

Source / Źródło: the author's own study / badania własne

The average assessments of agreement with the statement that the food of Polish origin was produced from the Polish raw materials were significantly higher in the case of the respondents who declared to travel more often than once a year than in the case of those who did not travel abroad at all. At the same time, the persons that did not travel abroad within the last 3 years agreed with this opinion significantly more strongly than those who were never abroad so far (Tab. 2).

When weighing up the mean values and compared to the respondents with secondary education, it was found that the persons with primary and vocational education declared significantly more firmly that the food of Polish origin was produced by a company of domestic origin (Tab. 2). The persons who evaluated their financial situation as very bad significantly more strongly agreed with this statement compared to the persons in a good and very good financial situation.

In turn, compared to the persons in a good financial situation, the persons who evaluated their financial standing as bad agreed significantly more strongly with the statement that that food was produced by a company of domestic origin. This shows that the persons with a lower level of education and a worse income-related standing put a greater emphasis on the Polish origin of a company as far as the categorisation of a product as Polish is concerned; this fact may have implications for the effective communication of those issues to the consumers having this type of socio-demographic profile. In comparison to the persons aged over 61, those aged 21 - 30 and 41 - 50 significantly less strongly agreed with the opinion that the food of Polish origin was manufactured by a company that employed Polish workers. Taking education into account, it is apparent that the persons with the lowest level of education (primary and vocational) significantly more strongly agree with this opinion both in comparison to the per-

sons with secondary education and to the respondents with at least a bachelor's/engineer's degree.

Significance of consumer ethnocentrism for the concept of 'food of Polish origin'

Based on the data obtained, it can be concluded that the level of consumer ethnocentrism differentiated the respondents' agreements with the statements about all the attributes describing the food perceived as 'food of Polish origin', which were suggested in the survey research. In comparison to the other two test groups, the respondents with the highest level of ethnocentrism significantly more strongly agreed that the food of Polish origin is a food produced in Poland, produced by a company of domestic origin, and by a company that employed Polish workers (Tab. 2). The persons from the group of the respondents with the highest ethnocentrism significantly more strongly agreed with the opinion that the food of Polish origin was produced from the Polish raw materials compared to the respondents characterized by medium ethnocentrism. Also, it should be pointed out that the respondents with the lowest level of ethnocentrism significantly more strongly agreed with the opinion that the food of Polish origin was produced from the Polish raw materials compared to the consumers showing medium ethnocentrism; this fact may indicate that a low level of ethnocentrism does not necessarily result in rejection/depreciation of the food perceived as domestic.

Attributes of food perceived as 'food of Polish origin' according to the respondents

In accordance with the objective set out in the survey research, the respondents were requested to indicate how strongly they agreed that the food perceived as 'food of Polish origin' had the selected attributes. On the basis of the comparison of mean values, it was found that the respondents indicated the taste, support for the local economy and high quality as the most important attributes of food perceived as 'food of Polish origin' (Tab. 3).

Provided the age, gender and education are taken into account, no statistically significant differences occur between mean ratings of the statements that the food of Polish origin is of high quality, tasty, looks attractive and is easy to prepare (ANOVA, $p > 0.05$).

However, as regards the statement that the food of Polish origin is of high quality, subjective assessment of financial standing significantly differentiated the respondents' opinions. The persons who assessed their financial situation as very bad significantly more strongly agreed with that opinion than the persons in a very good financial situation. And the persons who assessed their financial standing as bad more strongly agreed with that statement than those who described their situation as 'neither good nor bad' and as good or very good.

Table 3. Attributes of food of Polish origin comprising selected socio-demographic variables, profiles of travels abroad and level of consumer ethnocentrism

Tabela 3. Atrybuty żywności pochodzenia polskiego z uwzględnieniem wybranych zmiennych socjodemograficznych, charakterystyki dotyczącej wyjazdów za granicę oraz poziomu etnocentryzmu konsumentów

Profile of the sample surveyed Charakterystyka badanej populacji		Attributes / Atrybuty							
		High quality Wysoka jakość	Tasty Smaczna	Attractive look Atrakcyjny wygląd	Easy to prepare Łatwa w przygotowaniu	Readily available Łatwo dostępna	High nutritional value Wysoka wartość odżywcza	Cheap Tania	Support for local economy Wspiera lokalną gospodarkę
Total population Cała populacja		5.46 ± 1.35	5.48 ± 1.33	5.21 ± 1.41	5.06 ± 1.52	5.28 ± 1.50	5.22 ± 1.35	4.64 ± 1.44	5.47 ± 1.35
Gender Płeć	female kobiety	5.47 ± 1.43	5.47 ± 1.37	5.16 ± 1.44	5.05 ± 1.57	5.26 ± 1.55	5.20 ± 1.40	4.52 ^a ± 1.52	5.50 ± 1.38
	male mężczyźni	5.44 ± 1.24	5.49 ± 1.28	5.26 ± 1.37	5.08 ± 1.45	5.29 ± 1.45	5.25 ± 1.29	4.78 ^a ± 1.35	5.42 ± 1.35
	21 - 30	5.39 ± 1.39	5.55 ± 1.30	5.10 ± 1.44	5.05 ± 1.46	5.35 ± 1.36	5.23 ± 1.29	4.66 ± 1.42	5.44 ± 1.42
	31 - 40	5.38 ± 1.24	5.40 ± 1.31	5.16 ± 1.39	5.02 ± 1.39	5.15 ± 1.48	5.04 ^a ± 1.29	4.50 ± 1.35	5.42 ± 1.24
Age [years] Wiek [w latach]	41 - 50	5.51 ± 1.31	5.44 ± 1.30	5.04 ± 1.42	4.85 ± 1.51	5.17 ± 1.59	5.16 ± 1.49	4.67 ± 1.44	5.59 ± 1.21
	51 - 60	5.42 ± 1.34	5.41 ± 1.31	5.25 ± 1.37	5.10 ± 1.53	5.21 ± 1.50	5.22 ± 1.31	4.69 ± 1.43	5.33 ^a ± 1.36
	61 and more 61 i więcej	5.72 ± 1.45	5.73 ± 1.47	5.50 ± 1.47	5.26 ± 1.72	5.62 ± 1.65	5.55 ^a ± 1.42	4.64 ± 1.66	5.81 ^a ± 1.45
	primary, vocational podstawowe, zawodowe	5.56 ± 1.27	5.57 ± 1.22	5.30 ± 1.40	5.07 ± 1.58	5.29 ± 1.50	5.31 ± 1.29	4.81 ^a ± 1.39	5.55 ± 1.28
Education Wykształcenie	secondary średnie	5.40 ± 1.42	5.41 ± 1.43	5.16 ± 1.45	5.02 ± 1.51	5.18 ± 1.56	5.16 ± 1.39	4.50 ^a ± 1.51	5.39 ± 1.40

	bachelor's degree, engineer's degree, higher / licencjackie, inżynierskie, wyższe	5.38 ± 1.34	5.47 ± 1.34	5.14 ± 1.38	5.10 ± 1.43	5.38 ± 1.44	5.18 ± 1.38	4.60 ± 1.41	5.45 ± 1.39
Subjective assessment of financial standing Subiektywna ocena sytuacji finansowej	very bad bardzo zła	6.42 ^a ± 1.44	5.92 ± 1.44	4.58 ^a ± 2.39	3.50 ^{abc} ± 2.58	4.17 ± 2.62	5.75 ± 1.60	5.58 ± 1.62	6.33 ± 1.50
	bad / zła	5.82 ^{bd} ± 1.28	5.72 ± 1.34	5.39 ± 1.51	4.96 ^a ± 1.81	4.98 ± 1.75	5.50 ^a ± 1.33	4.79 ± 1.45	5.71 ± 1.33
	neither good nor bad ani dobra ani zła	5.43 ^b ± 1.36	5.52 ± 1.34	5.25 ± 1.39	5.14 ^b ± 1.45	5.35 ± 1.45	5.24 ^b ± 1.34	4.58 ± 1.51	5.38 ± 1.37
	good / dobra	5.38 ^c ± 1.26	5.35 ± 1.22	5.14 ± 1.28	5.03 ^c ± 1.41	5.24 ± 1.40	5.14 ± 1.28	4.68 ± 1.26	5.55 ± 1.27
Travels abroad Wyjazdy za granicę	very good bardzo dobra	5.00 ^{ad} ± 1.73	5.00 ± 1.87	4.55 ^a ± 1.78	4.72 ± 1.67	5.52 ± 1.70	4.52 ^{ab} ± 1.72	4.66 ± 1.42	5.28 ± 1.60
	more often than once a year częściej niż raz na rok	5.29 ± 1.44	5.28 ± 1.62	4.95 ± 1.56	5.00 ± 1.50	5.31 ± 1.55	4.90 ± 1.57	4.59 ± 1.47	5.36 ± 1.44
	once a year raz w roku	5.64 ± 1.11	5.58 ± 1.13	5.36 ± 1.26	5.19 ± 1.31	5.36 ^a ± 1.31	5.31 ± 1.10	4.20 ^{ab} ± 1.38	5.53 ± 1.30
	less often than once a year rzadziej niż raz na rok	5.41 ± 1.42	5.50 ± 1.39	5.21 ± 1.38	5.23 ^a ± 1.37	5.56 ^b ± 1.37	5.20 ± 1.28	4.48 ^c ± 1.47	5.45 ± 1.37
Level of consumer ethnocentrism Poziom etnocentryzmu konsumentckiego	no travel within the last 3 years brak wyjazdu w ciągu ostatnich 3 lat	5.45 ± 1.36	5.47 ± 1.32	5.29 ± 1.37	5.18 ^b ± 1.44	5.38 ^c ± 1.37	5.32 ± 1.38	4.73 ^a ± 1.40	5.44 ± 1.36
	no travels at all w ogóle brak wyjazdu	5.48 ± 1.34	5.51 ± 1.28	5.12 ± 1.49	4.74 ^{ab} ± 1.75	4.86 ^{abc} ± 1.74	5.19 ± 1.40	4.89 ^{bc} ± 1.44	5.51 ± 1.32
	low / niski	4.96 ^{ab} ± 1.60	5.09 ^{ab} ± 1.62	4.85 ^{ab} ± 1.59	4.93 ± 1.51	5.28 ± 1.60	4.87 ^{ab} ± 1.57	4.46 ± 1.58	5.34 ^a ± 1.52
	medium / średni	5.39 ^{ac} ± 1.22	5.37 ^{ac} ± 1.19	5.17 ^{ac} ± 1.18	5.07 ± 1.31	5.23 ± 1.27	5.14 ^{ac} ± 1.18	4.68 ± 1.28	5.34 ^b ± 1.30
	high / wysoki	6.15 ^{bc} ± 1.04	6.19 ^{bc} ± 1.01	5.69 ^{bc} ± 1.58	5.18 ± 1.93	5.37 ± 1.88	5.80 ^{bc} ± 1.30	4.74 ± 1.65	5.90 ^{ab} ± 1.19

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

Also, the subjective assessment of one's financial standing had a statistically significant influence on the opinions about the attractive look of the food of Polish origin. The persons who assessed their financial situation as very bad agreed significantly more strongly with the opinion that the food of Polish origin looks attractive than the persons in a very good financial situation.

As regards the convenience of preparation (i.e. the food was described as 'easy to prepare'), the respondents who rated their financial situation as very bad less strongly agreed with that opinion than those who described their situation as bad, neither good nor bad or as good (Tab. 3).

Also, the declared frequency of travelling abroad significantly impacted the respondents' opinions on the ease of food preparation. Compared to the persons who did not travel abroad at all, the persons who travelled abroad less frequently than once a year or did not travel within the last 3 years preceding the survey significantly more strongly agreed with the opinion that the food of Polish origin was easy to prepare.

Most likely, the ratings of the respondents in a very bad financial situation and of those who did not go abroad at all, are mainly linked with the fact that they are experienced in preparing and consuming food of this category in their households and also with the fact that they perceive this food as a so-called fully domestic food and that they are probably less experienced in consuming foods of foreign origin.

Within the framework of this survey research, also the declared frequency of travelling abroad differentiated the respondents' opinions on the availability of food of Polish origin (i.e. the food that is described as 'readily available'). The persons travelling 'once a year', 'less frequently than once a year', and those declaring 'no travels within the last 3 years' more strongly agreed with the statement about the availability of this type of food in comparison to the persons not travelling abroad at all (Tab. 3).

On the basis of the comparison of mean values, it was found that the age and subjective perception of one's financial situation significantly differentiated the level of agreement with the claim that the food of Polish origin was characterized by a high nutritional value. The persons aged 31 - 40 less strongly agreed with this opinion compared to the respondents aged 61 or more.

The persons who assessed their financial situation as bad agreed with this opinion significantly more strongly than the respondents in a very good financial situation. The respondents who were unable to assess their financial standing declared significantly lower ratings compared to the persons in a very good financial situation.

Based on the analysis of the data, it can be concluded that the gender, education and declared frequency of travelling abroad significantly differentiated mean ratings of the statement that the food of Polish origin was cheap. The men significantly more strongly agreed with that opinion compared to the women; the same was found in the

case of the persons with primary and vocational education compared to those with secondary education.

The respondents who declared no travels abroad within the last 3 years and no travels abroad at all agreed to the greatest extent with the statement that the food of Polish origin was cheap. Thus, it is worth noting that the persons travelling abroad once a year agreed with this opinion less strongly than the respondents not travelling in the last 3 years or not travelling at all. The persons travelling less frequently than once a year agreed less strongly with the opinion that the food of Polish origin was cheap than the respondents not travelling at all.

As regards the statement that the food of Polish origin supported the local economy, the respondents' age had a statistically significant differentiating effect; the oldest respondents, i.e. aged 61 years or more, significantly more strongly agreed with this opinion than those aged 51 - 60.

Significance of consumer ethnocentrism for the assessment of the attributes of 'food of Polish origin'

Based on the analysis of the impact of ethnocentrism on the assessment of the attributes of food perceived as Polish, it can be stated that its intensity significantly influenced the opinions on the quality, taste, appearance, nutritional value and support for the local economy (Tab. 3). The persons with the highest level of ethnocentrism significantly more strongly agreed with the opinion that the food of Polish origin was of high quality, tasty, looked attractive and had a high nutritional value in comparison to the persons with the lowest and medium level of ethnocentrism. At the same time, compared to the respondents with the lowest level of ethnocentrism, the respondents with medium ethnocentrism rated significantly higher the above mentioned attributes of the food perceived as Polish (Tab. 3).

As regards the opinion on supporting the local economy by way of purchasing the food referred to as 'food of Polish origin', the respondents with the highest level of ethnocentrism significantly more confidently claimed that the food of Polish origin supported the local economy compared to those with the lowest and medium level of ethnocentrism. There were no differences between the persons with low and medium level of ethnocentrism (Tab. 3).

Discussion

Summarizing the results obtained in the survey research as far as defining the product of Polish origin is concerned, it was noted that the older persons with a higher level of education and who declared to travel abroad more frequently perceived the Polish food mainly through the prism of products produced in Poland and from the Polish raw materials. However, the persons with a lower level of education and in

a bad financial situation slightly more frequently believed that the food of Polish origin was produced by national companies. In addition, it should be highlighted that the respondents with the lowest level of education more often agreed with the opinion that such food came from the companies that employed Polish workers. In comparison to the other groups covered by the survey research, the respondents with a high level of ethnocentrism emphasized the importance of the place of (domestic) production and the domestic origin of the company and its staff. This finding is in line with the findings by Szromnik [30] on consumer ethnocentrism. In their research on socio-economic profile of consumers with relation to ethnocentric tendencies, Rašković et al. [23] reported that in some markets the young-adult consumers scored low on the scale of consumer ethnocentrism. Other research revealed that the level of ethnocentrism was higher among older consumers [25, 31, 35].

In the authors' own study, it was found that the persons aged 21 - 30 and 41 - 50 agreed more frequently with the opinion that the food of Polish origin was produced by a company that employed Polish workers than the persons aged 61 and more. If the education is taken into account, it is evident that the persons with the lowest level of education (primary and vocational) significantly more often agreed with this opinion both in comparison to the respondents with secondary education and to the respondents with at least a bachelor's/engineer's degree. The findings obtained in this survey research are in line with the results presented by Memery et al. [18] and Vanhonacker et al. [34]; they suggest that the concern for local businesses/jobs and economy may be more pronounced among, *inter alia*, older persons and those with a lower level of education who are bound to traditional values; such a conclusion arises from the research on the traditional and local food. In general, Bernabéu et al. [3] as well as Erdogan and Uz Kurt [9] reported that the shoppers with a high level of consumer ethnocentrism are less educated and earn lower incomes than those with a low level of ethnocentrism. In the authors' own study, it was confirmed that the level of education and income were the variables to differentiate the ethnocentric tendencies among Poles. The origin of raw materials may influence consumer's decision processes particularly in the case of specific food categories such as traditional and regional products. In their cross-cultural studies in the selected European countries, including Poland, Vanhonacker et al. [32] indicated that it was important for the consumers interested, for example in traditional food, to have access to information confirming the origin of raw materials the food was made from.

Referring to the perception of food quality, the authors demonstrated that the perception of quality attributes of the food of Polish origin was dominated by the sensory aspects and the support for local economy. Based on the analysis of the impact of ethnocentrism on the assessment of the attributes of food perceived as Polish, it can be concluded that its intensity significantly influences opinions on the selected attributes

of food. In comparison to other respondents, the respondents with the highest level of ethnocentrism more strongly agreed with the opinion that the food of Polish origin was of high quality, tasty, looks attractive and has high nutritional value. Smyczek and Glowik [29] suggested that the consumer ethnocentrism may arise from economic motives, such as the obligation to buy domestic products and to protect the local labour market. Also Bianchi and Mortimer [4] indicated that the attitude linked with the support for local agribusiness and consumer ethnocentrism positively influences the consumption of local food. Simultaneously, the consumers with regiocentric tendencies and social commitment display greater propensity to purchase products from their own region [16]. Also Josiassen et al. [14] reported that men are less loyal than women when it comes to buying products from their own country, which, in their case, results from the lower impact of consumer ethnocentrism on the propensity to purchase products.

Based on the analysis of the reference literature, it can be concluded that as regards the behaviour of companies on the market, the domestic companies should stress that their brands and products are local/native in order to increase the positivity of opinions based on consumer ethnocentrism and to raise the propensity of consumers to purchase their products. On the other hand, the foreign companies should avoid indicating, directly, their international character in marketing communications and instead they should highlight, *inter alia*, the cooperation with local businesses [13]. Then again, the consumers can simultaneously identify with a regional identity, a national and supranational identity, and with being a global citizen [2]. In general, the more similarities between the countries exist, the more complex the knowledge about other products in those countries will be. Therefore, indicating the country of origin is advantageous for exporting the products originating from a country considered to be economically, politically or culturally similar to the target market [27].

Conclusions

1. 'Food of Polish origin' is predominantly perceived as the food produced in Poland and from the Polish raw materials. The respondents who highlighted the place of production as a key criterion to indicate the Polish origin of food were aged 61 years and more, they had higher education and they declared frequent travels abroad. Contacts with other cultures and experiences gained while travelling may contribute to the emphasis this consumer group adds on the place of production regarded as a key criterion of the Polish origin.
2. To a greater extent, the Polish origin of raw materials was appreciated by the women, the oldest respondents and the persons with a higher level of education. On the other hand, the persons in a difficult financial situation stressed the aspect related to the domestic origin of the capital engaged in the production of food,

whereas the elderly persons and those with a lower level of education stressed the importance of native origin of the employees in a company.

3. The consumers have confidence in the food perceived as Polish, they assess it positively and mainly indicate that it is of high quality, it is tasty and it supports the local economy; they also claim that it is relatively easy to prepare and readily available.

The research survey financed by the Polish Ministry of Science and Higher Education within the funds of Faculty of Human Nutrition and Consumer Sciences, Warsaw University of Life Sciences (WULS), for scientific research.

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

Literatura

- [1] Almli V.L., Verbeke W., Vanhonacker F., Næs T., Hersleth M.: General image and attribute perceptions of traditional food in six European countries. *Food Qual. Prefer.*, 2011, 22(1), 129-138.
- [2] Bartsch F., Riefler P., Diamantopoulos A.: A taxonomy and review of positive consumer dispositions toward foreign countries and globalization. *J. Int. Marketing*, 2016, 24 (1), 82-110.
- [3] Bernabéu R., Prieto A., Díaz M.: Preference patterns for wine consumption in Spain depending on the degree of consumer ethnocentrism. *Food Qual. Prefer.*, 2013, 28(1), 77-84.
- [4] Bianchi C., Mortimer G.: Drivers of local food consumption: A comparative study. *Brit. Food J.*, 2015, 117 (9), 2282-2299.
- [5] Bryła P.: Organic food consumption in Poland: Motives and barriers. *Appetite*, 2016, 105, 737-746.
- [6] Centrum Badania Opinii Społecznej: Patriotyzm gospodarczy. [on line]. CBOS, 2017. Dostęp w Internecie [10.02.2019]: http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2017/K_143_17.PDF
- [7] Dobrenova F.V., Grabner-Kräuter S., Terlutter R.: Country-of-origin (COO) effects in the promotion of functional ingredients and functional foods. *Eur. Manag. J.*, 2015, 33(5), 314-321.
- [8] Doležalová H., Pícha H., Navrátil J., Vesela M., Švec R.: Perception of quality in decision making regarding purchase of organic food. *Quality - Access to Success*, 2016, 17 (153), 86-91.
- [9] Erdogan B.Z., Uzkurt C.: Effects of ethnocentric tendency on consumers' perception of product attitudes for foreign and domestic products. *Cross Cultural Management*, 2010, 17 (4), 393-406.
- [10] Fernández-Ferrín P., Calvo-Turrientes A., Bande B., Artaraz-Miñón M., Galán-Ladero M.M.: The valuation and purchase of food products that combine local, regional and traditional features: The influence of consumer ethnocentrism. *Food Qual. Prefer.*, 2018, 64, 138-147.
- [11] Feldmann C., Hamm U.: Consumers' perceptions and preferences for local food: A review. *Food Qual. Prefer.*, 2015, 40, 152-164.
- [12] Gracia A.: Consumers' preferences for a local food product: A real choice experiment. *Empir. Econ.*, 2014, 47, 111-128.
- [13] Guo G., Zhou X.: Consumer ethnocentrism on product judgment and willingness to buy: Meta-analysis. *Soc. Behav. Personal.*, 2017, 45(1), 163-176.
- [14] Josiassen A., Assaf A.G., Karpen I.O.: Consumer ethnocentrism and willingness to buy: Analyzing the role of three demographic consumer characteristics. *Int. Mark. Rev.*, 2011, (28)6, 627-646.

- [15] Kottasz R., Bennet R.: Ethnocentric tendencies amongst arts audiences. *Int. J. Nonprofit Voluntary Sector Marketing*, 2006, 11(4), 303-317.
- [16] Lee W.J., Cheah I., Phau I., Teah M., Elenein B.A.: Conceptualising consumer regiocentrism: Examining consumers' willingness to buy products from their own region. *J. Retailing Consumer Services*, 2016, 32, 78-85.
- [17] Markovina J., Stewart-Knox B.J., Rankin A., Gibney M., de Almeida M.D., Fischer A., Kuznesof S.A., Poinhos R., Panzone L., Frewer L.J.: Food4Me study: Validity and reliability of Food Choice Questionnaire in 9 European countries. *Food Qual. Prefer.*, 2015, 45, 26-32.
- [18] Memery J., Angell R., Megicks P., Lindgreen A.: Unpicking motives to purchase locally-produced food: Analysis of direct and moderation effects. *Eur. J. Marketing*, 2015, 49 (7/8), 1207-1233.
- [19] Molnar A., Gellynck X., Vanhonacker F., Gagalyuk T., Verbeke W.: Do chain goals match consumer perceptions? The case of the traditional food sector in selected European Union countries. *Agribusiness*, 2011, 27 (2), 221-243.
- [20] Nijssen E.J., Douglas S.P.: Examining the animosity model in a country with a high level of foreign trade. *Int. J. Res. Mark.*, 2004, 21, 23-38.
- [21] Ozimek I., Żakowska-Biemans S.: Determinants of Polish consumers' food choices and their implication for the national food industry. *Brit. Food J.*, 2011, 113(1), 138-154.
- [22] Pentz C.D., Terblanche N.S., Boshoff C.: Demographics and consumer ethnocentrism in a developing country context: A South African study. *S. Afr. J. Econ. Manag. S.*, 2014, 17 (4), 412-426.
- [23] Rašković M., Ding Z., Škare V., Dosen D.O., Žabkar V.: Comparing consumer innovativeness and ethnocentrism of young-adult consumers. *J. Bus. Res.*, 2016, 69, 3682-3686.
- [24] Rudawska E.D.: Customer loyalty towards traditional products – Polish market experience. *Brit. Food J.*, 2014, 116 (11), 1710-1725.
- [25] Sajdakowska M., Gutkowska K.: Postawy etnocentryczne konsumentów na rynku żywności, *Marketing i Rynek*, 2014, 6, 666-678.
- [26] Sajdakowska M., Jankowski P., Gutkowska K., Guzek D., Żakowska-Biemans S., Ozimek I.: Consumer acceptance of innovations in food: A survey among Polish consumers. *J. Consum. Res.*, 2018, 17, 253-267.
- [27] Seitz C.C., Roosen J.: Does consumer ethnocentrism influence product knowledge? *Food Qual. Prefer.*, 2015, 43, 113-121.
- [28] Shimp T.A., Sharma S.: Consumer ethnocentrism: Construction and validation of the CETSCALE. *J. Marketing Res.*, 1987, 24 (3), 280-289.
- [29] Smyczek S., Glowik M.: Ethnocentrism of Polish consumers as a result of the global economic crisis. *J. Custom. Behav.*, 2011, 10(2), 99-118.
- [30] Szromnik A.: Etnocentryzm konsumencki jako zjawisko społeczne i problem badawczy. W: *Konsument – przedsiębiorstwo - przestrzeń*. T. 1. Wyd. AE w Katowicach, Katowice 1998, s. 238.
- [31] Taborecka-Petrovicova J., Gibalova M.: Measurement of consumer ethnocentrism of Slovak consumers. *Int. Rev. Manag. Market.*, 2014, 4 (4), 247-258.
- [32] Vanhonacker F., Kühne B., Gellynck X., Guerrero L., Hersleth M., Verbeke W.: Innovations in traditional foods: Impact on perceived traditional character and consumer acceptance. *Food Res. Int.*, 2013, 54, 1828-1835.
- [33] Vanhonacker F., Lengard V., Hersleth M., Verbeke W.: Profiling European traditional food consumers. *Brit. Food J.*, 2010, 112 (8), 871-886.
- [34] Vanhonacker F., Verbeke W., Guerrero L., Claret A., Contel M., Scalvedi L., Żakowska-Biemans S., Gutkowska K., Sulmont-Rossé C., Raude J., Granli B.S., Hersleth M.: How European consumers define the concept of traditional food: Evidence from a survey in six countries. *Agribusiness*, 2010, 26(4), 453-476.

- [35] Wolanin-Jarosz E.: Ethnocentric orientation of Polish and Romanian consumers in the light of CETSCALE research. *Sociologie Românească*, 2013, XI (2), 76-95.
- [36] Yeh C.-H., Chen C.-I., Sher P.J.: Investigation on perceived country image of imported food. *Food Qual. Prefer.*, 2010, 21, 849-856.
- [37] Zabrocki R.: Zachowania konsumentów i zjawisko etnocentryzmu konsumenckiego na globalnym rynku żywności. *Marketing i Rynek*, 2014, 6, 850-865.
- [38] Zander K., Hamm U.: Consumer preferences for additional ethical attributes of organic food. *Food Qual. Prefer.*, 2010, 21(5), 495-503.
- [39] Żakowska-Biemans S., Pieniak Z., Gutkowska K., Wierzbicki J., Cieszyńska K., Sajdakowska M., Kosicka-Gębska M.: Beef consumer segment profiles based on information source usage in Poland. *Meat Sci.*, 2017, 124, 105-113.

ŻYWNOSĆ POLSKIEGO POCHODZENIA I JEJ ATRYBUTY W OPINII KONSUMENTÓW

Streszczenie

Celem pracy było: (1) określenie profilu społeczno-demograficznego konsumentów zainteresowanych żywnością postrzeganą jako krajowa, (2) określenie, co konsumenci rozumieją pod pojęciem „żywność pochodzenia polskiego”, jak również wskazanie, które atrybuty i w jakim stopniu są przypisywane temu rodzajowi żywności. Badanie przeprowadzono w październiku 2013 r. na ogólnopolskiej populacji 1000 osób. Badanie miało charakter ilościowy i zostało przeprowadzone za pomocą wywiadów bezpośrednich ze wspomaganiami komputerowymi (CAPI – Computer Assisted Personal Interviews). Przeprowadzono analizę częstotliwości i obliczono wartości średnie oraz odchylenia standardowe. Aby określić statystycznie istotne różnice między zmiennymi, w badaniu wykorzystano statystykę χ^2 . Zastosowano również jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA oraz test post hoc Tukeya do porównania, czy różnice pomiędzy średnimi są istotne statystycznie. Wykazano, że „żywność pochodzenia polskiego” jest głównie postrzegana jako żywność produkowana w Polsce i z polskich surowców. Respondenci, którzy podkreślali miejsce produkcji jako kluczowe kryterium wskazujące polskie pochodzenie żywności, mieli ponad 61 lat, posiadali wyższe wykształcenie i deklarowali częste podróże za granicę. W większym stopniu polskie pochodzenie surowców zostało docenione przez kobiety, najstarszych respondentów oraz osoby z wyższym wykształceniem. Uzyskane wyniki wskazały, że konsumenci mają zaufanie do żywności postrzeganej jako polska i oceniają ją pozytywnie. Na podstawie uzyskanych wyników otrzymano również informacje, które można wykorzystać w komunikacji skierowanej do starszych konsumentów, których udział w rynku wzrasta z powodu starzenia się społeczeństwa.

Słowa kluczowe: konsument, żywność pochodzenia polskiego, atrybuty żywności, etnocentryzm konsumentki ✕

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 28 lutego 2019 r.

Polskie akty prawne

1. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 13 listopada 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie terytorialnego zakresu działania oraz siedzib powiatowych i granicznych lekarzy weterynarii (Dz. U. 2018 r., poz. 2271).
Obwieszczenie zawiera jednolity tekst rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie terytorialnego zakresu działania oraz siedzib powiatowych i granicznych lekarzy weterynarii.
2. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 29 listopada 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o wyrobie alkoholu etylowego oraz wytwarzaniu wyrobów tytoniowych (Dz. U. 2018 r., poz. 2352).
Załącznik do niniejszego obwieszczenia zawiera jednolity tekst ustawy z dn. 2 marca 2001 r. o wyrobie alkoholu etylowego oraz wytwarzaniu wyrobów tytoniowych. Ustawa określa zasady i warunki podejmowania i wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wyrobu alkoholu etylowego i jego skażania oraz wytwarzania wyrobów tytoniowych. W rozumieniu niniejszej ustawy:
 - alkohol etylowy oznacza płyn alkoholowy uzyskany w wyniku destylacji po fermentacji alkoholowej produktów rolniczych albo płyn alkoholowy uzyskany w sposób syntetyczny,

- wyrób tytoniowy oznacza wyrób wyprodukowany z tytoniu przeznaczony do palenia oraz tabakę.
3. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 7 grudnia 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o polskiej strefie rybołówstwa morskiego (Dz. U. 2018 r., poz. 2357).
Załącznik do niniejszego obwieszczenia zawiera jednolity tekst ustawy z dn. 17 grudnia 1977 r. o polskiej strefie rybołówstwa morskiego. Zewnętrzną granicę polskiej strefy rybołówstwa morskiego stanowi linia łącząca skrajne punkty na liniach będących bocznymi granicami polskiej strefy rybołówstwa morskiego. Szczegółowy przebieg zewnętrznej granicy polskiej strefy rybołówstwa morskiego określają umowy międzynarodowe.
4. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 12 grudnia 2018 r. w sprawie księgi rejestracji bydła, świń, owiec lub kóz (Dz. U. 2018 r., poz. 2505). Rozporządzenie określa:
- sposób prowadzenia księgi rejestracji bydła, świń, owiec lub kóz,
 - wzór księgi rejestracji bydła, świń, owiec i kóz prowadzonej w formie papierowej,
 - zakres danych umieszczanych w księdze rejestracji świń.
- Posiadacz bydła, świń, owiec lub kóz prowadzi księgę rejestracji tych zwierząt odrębnie dla każdej siedziby stada w formie papierowej albo elektronicznej.
5. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 5 grudnia 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o Państwowej Inspekcji Sanitarnej (Dz. U. 2019 r., poz. 59).
Obwieszczenie zawiera jednolity tekst ustawy z dn. 14 marca 1985 r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej. Ustawa określa zadania i zakres działania Państwowej Inspekcji Sanitarnej.
Państwowa Inspekcja Sanitarna jest powołana do realizacji zadań z zakresu zdrowia publicznego, w szczególności poprzez sprawowanie nadzoru nad warunkami: higieny środowiska, higieny pracy w zakładach pracy, higieny radiacyjnej, higieny procesów nauczania i wychowania, higieny wypoczynku i rekreacji; zdrowotnymi żywności, żywienia i przedmiotów użytku; zdrowotnymi żywności, żywienia i produktów kosmetycznych; higieniczno-sanitarnymi, jakie powinien spełniać personel medyczny, sprzęt oraz pomieszczenia, w których są udzielane świadczenia zdrowotne – w celu ochrony zdrowia ludzkiego przed niekorzystnym wpływem szkodliwości i uciążliwości środowiskowych, zapobiegania powstawaniu chorób, w tym chorób zakaźnych i zawodowych.
6. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 7 grudnia 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o ochronie zwierząt (Dz. U. 2019 r., poz. 122).

Obwieszczenie zawiera jednolity tekst ustawy z dn. 21 sierpnia 1997 r. o ochronie zwierząt.

7. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 17 stycznia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o wyrobie napojów spirytusowych oraz o rejestracji i ochronie oznaczeń geograficznych napojów spirytusowych (Dz. U. 2019 r., poz. 268).

Ogłoszono jednolity tekst ustawy z dn. 18 października 2006 r. o wyrobie napojów spirytusowych oraz o rejestracji i ochronie oznaczeń geograficznych napojów spirytusowych.

Ustawa określa:

- zasady wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wyrobu lub rozlewu napojów spirytusowych oraz obrotu tymi napojami,
- warunki ochrony na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej oznaczeń geograficznych napojów spirytusowych,
- wymagania dotyczące napojów spirytusowych w zakresie nieuregulowanym w rozporządzeniu.

8. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 17 stycznia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o paszach (Dz. U. 2019 r., poz. 269).

Obwieszczenie zawiera jednolity tekst ustawy z dn. 22 lipca 2006 r. o paszach.

9. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 11 lutego 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie sposobu przeprowadzania przetargów na wybór zakładów odkostniających i chłodni (Dz. U. 2019 r., poz. 348).

Obwieszczenie zawiera Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 30 kwietnia 2004 r. w sprawie sposobu przeprowadzania przetargów na wybór zakładów odkostniających i chłodni.

10. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej oraz Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 15 lutego 2019 r. w sprawie sposobu i form współdziałania Głównego Inspektora Rybołówstwa Morskiego oraz Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych przy dokonywaniu kontroli produktów rybnych (Dz. U. 2019 r., poz. 368).

Rozporządzenie określa sposób i formy:

- współdziałania Głównego Inspektora Rybołówstwa Morskiego i Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych przy dokonywaniu kontroli produktów rybnych, w tym przekazywania informacji o nieprawidłowościach dotyczących produktów rybołówstwa w zakresie: kategorii wielkości, kategorii świeżości oraz identyfikowalności,
- organizowania wspólnych kontroli produktów rybnych.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2018/2016 z dn. 18 grudnia 2018 r. zezwalające na wprowadzenie na rynek obłuszczonych ziaren *Digitaria exilis* jako tradycyjnej żywności z państwa trzeciego zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2283 oraz zmieniające rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/2470. (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. L 2018 r., 323, s. 1).

Obluszczone ziarna *Digitaria exilis* (Kippist) Stapf zostały włączone do unijnego wykazu nowej żywności, która uzyskała zezwolenie, ustanowione rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2017/2470. Wpis w unijnym wykazie obejmuje warunki stosowania i wymogi dotyczące etykietowania określone w załączniku do niniejszego rozporządzenia.

Tradycyjną żywnością są obłuszczone (usunięte otręby) ziarna *Digitaria exilis* (Kippist) Stapf. *Digitaria exilis* (Kippist) Stapf to jednoroczna roślina zielna należąca do rodziny *Poaceae*.

2. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2018/2017 z dn. 18 grudnia 2018 r. zezwalające na wprowadzenie na rynek syropu z *Sorghum bicolor* (L.) Moench jako tradycyjnej żywności z państwa trzeciego zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2283 oraz zmieniające rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/2470 (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. L 2018 r., 323, s. 4).

Syrop z *Sorghum bicolor* (L.) Moench został włączony do unijnego wykazu nowej żywności, która uzyskała zezwolenie, ustanowione rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2017/2470. Wpis w unijnym wykazie obejmuje warunki stosowania i wymogi dotyczące etykietowania określone w załączniku do niniejszego rozporządzenia.

Tradycyjną żywnością jest syrop z *Sorghum bicolor* (L.) Moench (rodzaj: *Sorghum*; rodzina: *Poaceae* (alt. *Gramineae*), który otrzymuje się z łodyg *S. bicolor* po zastosowaniu procesów produkcyjnych, takich jak rozdrabnianie, ekstrakcja i odparowywanie, w tym obróbka cieplna w celu uzyskania syropu o wartości co najmniej 74° w skali Brix.

3. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/109 z dn. 24 stycznia 2019 r. zezwalające na rozszerzenie zastosowania oleju ze *Schizochytrium* sp. jako nowej żywności zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2283 oraz zmieniające rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/2470 (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. L 2019 r., 23, s. 7).

Wpis w unijnym wykazie nowej żywności, na którą wydano zezwolenie, przewidzianym w rozporządzeniu wykonawczym (UE) 2017/2470, odnoszący się do substancji „olej ze *Schizochytrium* sp.” został zmieniony zgodnie z załącznikiem do niniejszego rozporządzenia.

Wpis w unijnym wykazie obejmuje warunki stosowania i wymogi w zakresie etykietowania określone w załączniku do niniejszego rozporządzenia.

4. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/108 z dn. 24 stycznia 2019 r. zezwalające na zmianę specyfikacji, zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2283, nowego składnika żywności ekstrakt lipidowy z kryła antarktycznego (*Euphausia superba*) i zmieniające rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/2470 (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. L 2019 r., 23, s. 4).

W unijnym wykazie nowej żywności, na którą wydano zezwolenie, jak przewidziano w art. 8 rozporządzenia (UE) 2015/2283, we wpisie dotyczącym nowej żywności „olej z kryła antarktycznego *Euphausia superba*” wprowadzono zmiany zgodnie z załącznikiem do niniejszego rozporządzenia.

5. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/110 z dn. 24 stycznia 2019 r. zezwalające na rozszerzenie zastosowania oleju z nasion *Allanblackia* jako nowej żywności zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2283 oraz zmieniające rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/2470 (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. L 2019 r., 23, s. 11).

Wpis w unijnym wykazie nowej żywności, na którą wydano zezwolenie, przewidzianym w rozporządzeniu wykonawczym (UE) 2017/2470, odnoszący się do substancji „olej z nasion *Allanblackia*” zmieniono zgodnie z załącznikiem do niniejszego rozporządzenia.

W załączniku do niniejszego wpisu podano warunki stosowania i wymogi w zakresie etykietowania.

6. Rozporządzenie Komisji (UE) 2019/229 z dn. 7 lutego 2019 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych w odniesieniu do niektórych metod, kryterium bezpieczeństwa żywności dla *Listeria monocytogenes* w skielkowanych nasionach oraz kryterium higieny procesu i kryterium bezpieczeństwa żywności dla soków owocowych i warzywnych niepasteryzowanych (gotowych do spożycia) (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. L 2019 r., 23, s. 11).

Rozporządzenie wprowadza zmiany w rozporządzeniu (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych w odniesieniu do niektórych metod, kryterium bezpieczeństwa żywności dla *Listeria monocytogenes* w skielkowanych nasionach oraz kryterium higieny procesu

i kryterium bezpieczeństwa żywności dla soków owocowych i warzywnych niepasteryzowanych (gotowych do spożycia).

7. Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2019/252 z dn. 11 lutego 2019 r. zmieniająca decyzję 2005/240/WE zatwierdzającą metody klasyfikacji tusz wieprzowych w Polsce (notyfikowana jako dokument nr C(2019) 811) (Jedynie tekst w języku polskim jest autentyczny) (Dz. Urz. L 2019 r., 42, s. 29).

Na wniosek Polski komisja zatwierdziła dodatkowe metody klasyfikacji tusz wieprzowych na terytorium Polski. Załącznik do niniejszej decyzji wprowadza zmiany w załączniku do decyzji 2005/240/WE.

8. Rozporządzenie Komisji (UE) 2019/268 z dnia 15 lutego 2019 r. zmieniające rozporządzenia (UE) nr 200/2010, (UE) nr 517/2011, (UE) nr 200/2012 i (UE) nr 1190/2012 w odniesieniu do niektórych metod pobierania próbek i badań drobiu na obecność salmonelli (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. L 2019 r., 46, s. 11).

Celem rozporządzenia jest zapewnienie wprowadzenia środków w zakresie wykrywania i zwalczania salmonelli oraz innych odzwierzęcych czynników chorobotwórczych na wszystkich stosownych etapach produkcji, przetwarzania i dystrybucji, w szczególności na etapie produkcji pierwotnej, w celu ograniczenia częstości ich występowania i zmniejszenia zagrożenia, jakie stanowią one dla zdrowia publicznego. Niniejsze rozporządzenie wprowadza zatem zmiany w rozporządzeniach UE nr: 200/2010, 517/2011, 200/2012 i 1190/2012. ☒

NOWE KSIĄŻKI

Quality Systems in the Food Industry

[Systemy jakości w przemyśle spożywczym]

Marco Fiorino, Caterina Barone, Michele Barone, Marco Mason, Arpan Bhagat

Wydawnictwo: Springer Nature, 2019, ISBN 978-3-030-22552-0, liczba stron 55, cena 41,64 EUR

Zamówienia: <https://link.springer.com>

W książce opisano rolę standardów jakościowych dotyczących żywności w nowoczesnym przemyśle spożywczym. Omówiono programy bezpieczeństwa żywności wynikające z normy ISO 9001 oraz z systemu Analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli. Scharakteryzowano także nowy globalny standard bezpieczeństwa żywności (GSFS) oraz międzynarodowy standard IFS (wyd. 7). Na wybranych konkretnych przykładach przeanalizowano problem stosowania dodatków chemicznych i możliwość zanieczyszczeń krzyżowych między różnymi liniami produkcyjnymi, a także odpowiednie reakcje i postępowanie z celowymi fałszerstwami żywności. Jeden rozdział poświęcono audytom jakości i kartom kontrolnym w przemyśle spożywczym.

Whisky Science

[Nauka o whisky]

Gregory H. Miller

Wydawnictwo: Springer Nature, 2019, ISBN 978-3-030-13731-1, liczba stron 530, cena 119,99 EUR

Zamówienia: <https://link.springer.com>

Opracowanie poświęcone jest naukowym podstawom produkcji whisky oraz jej charakterystyce fizykochemicznej i sensorycznej. Skoncentrowano się głównie na charakterystyce chemicznej, opisującej struktury molekularne i ich interakcje mające wpływ na cechy produktu, oraz na inżynierii chemicznej, dotyczącej realizacji procesów chemicznych i technologicznych w skali przemysłowej. Przedyskutowano ponadto znaczenie zbóż, drożdży, bakterii i drewna dębowego w powstawaniu tego napoju. W książce opisano chemizm odczuwania smaku w powiązaniu z odczuciami senso-

rycznymi, tym samym połączono chemię żywności i napojów z wrażeniem smaku i przyjemnością jego odczuwania przez konsumenta.

Food Traceability

[Identyfikowalność żywności]

Jennifer McEntire, Andrew W. Kennedy

Wydawnictwo: Springer Nature, 2019, ISBN 978-3-030-10900-4, liczba stron 198, cena 84,99 EUR

Zamówienia: <https://link.springer.com>

Przedmiotem książki są zagadnienia dotyczące identyfikowalności żywności na wszystkich etapach łańcucha żywnościowego. Wskazano na istotne różnice w budowie takiego systemu ze względu na specyficzność surowcową, produktową i technologiczną charakterystyczną dla produkcji środków spożywczych. Przedstawiono także kontekst historyczny obejmujący tego typu rozwiązania stosowane w przemyśle spożywczym oraz wskazano na znaczenie prawidłowego prowadzenia i zarządzania dokumentacją dotyczącą identyfikowalności. Sam system identyfikowalności ma wspomagać szybkie rozwiązywanie problemów związanych z zagrożeniami. Jego prawidłowa konstrukcja i nadzorowanie jest jednym z istotnych elementów zarządzania bezpieczeństwem żywności.

Fruit Oils: Chemistry and Functionality

[Oleje owocowe: chemia i funkcjonalność]

Mohamed Fawzy Ramadan

Wydawnictwo: Springer Nature, 2019, ISBN 978-3-030-12472-4, liczba stron 837, cena 71,39 EUR

Zamówienia: <https://link.springer.com>

Oleje i tłuszcze ekstrahowane z owoców różnią się od siebie zarówno pod względem głównych związków bioaktywnych, jak i składników śladowych. Metody stosowane do ekstrakcji olejów i tłuszczów, a także techniki przetwarzania, takie jak rafinacja, bielenie i dezodoryzacja wpływają na ich główne i drugorzędne składniki. W książce przedstawiono obszerny przegląd najnowszych osiągnięć w zakresie chemii i funkcjonalności fitochemicznych związków lipidowych występujących w olejach owocowych. Opisano skład, właściwości fizykochemiczne i cechy sensoryczne głównych olejów owocowych. Szeroko omówiono również ich wartość odżywczą, stabilność oksydacyjną oraz zastosowanie do produkcji żywności i produktów nieżywnościowych. Wskazano także na potencjalne korzyści zdrowotne bioaktywnych lipidów występujących w olejkach owocowych. Ponadto w odniesieniu do każdego opisanego oleju określono

poziomy kwasów tłuszczowych omega-9, omega-6 i omega-3 i wskazano na ich zdrowotne właściwości.

Mięso i przetwory drobiowe. Technologia, higiena, jakość

Tadeusz Grabowski, Jacek Kijowski (Red.)

Wydawnictwo: Wyd. Nauk. PWN, 2019, ISBN 9788301200435, liczba stron 574, cena 62,41 zł

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

W publikacji w nowatorski sposób przedstawiono zagadnienia dotyczące technologii, higieny produkcji produktów z mięsa drobiowego oraz jakości mięsa drobiowego i przetworów drobiowych, uwzględniając standardy obowiązujące w Unii Europejskiej. Szczególną uwagę zwrócono na bezpieczeństwo zdrowotne produktów drobiowych oraz zasady sanitarne i weterynaryjne w produkcji mięsa i przetworów drobiowych. Omówiono też aspekty gospodarowania wodą oraz ściekami w rzeźniach i przetwórnictwie drobiu w aspekcie uwarunkowań proekologicznych. Podręcznik przeznaczony jest dla studentów technologii żywności oraz medycyny weterynaryjnej, a także technologów żywności i pracowników związanych z produkcją i dystrybucją produktów drobiowych, hodowców i producentów drobiu, lekarzy weterynarii sprawujących nadzór sanitarny na terenie zakładów drobiarskich oraz pracowników inspekcji weterynaryjnej.

Opracował: Lesław Juszcak

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 29 Nr 1

marzec 2019

WAŻNIEJSZE KRAJOWE I ZAGRANICZNE KONFERENCJE NAUKOWE

W 2019 ROKU

Kwiecień

- 2 - 4 GRANADA, Spain = 6th International Conference on Food Digestion
Organizator: Infogest
Informacje: <http://www.infogestgranada2019.com>
Kontakt: info@infogestgranada2019.com; tel. 0034 902 430 960
- 8 - 10 BARCELONA, Spain = 6th International Conference on Food Security and Nutrition (ICFSN 2019)
Informacje: <http://www.icfsn.org>
Kontakt: Lydia Liu; e-mail: icfsn@cbees.net; tel. +852-3500-0137 (Hong Kong), +1-206-456-6022 (USA), +86-28-86528465 (China)
- 8 - 10 BARCELONA, Spain = 10th International Conference on Biotechnology and Food Science (ICBFS 2019)
Informacje: <http://www.icbfs.org>
Kontakt: Dana Huang; e-mail: icbfs@cbees.org; tel. +852-3500-0137 (Hong Kong), +1-206-456-6022 (USA), +86-28-86528465 (China)
- 8 - 10 KIRY k. ZAKOPANEGO = IV Sympozjum Naukowe z cyklu “Bezpieczeństwo żywnościowe i żywności”**
Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji 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

10 - 12 KIRY k. ZAKOPANEGO = Krokusowe X Jubileuszowe Sympozjum Naukowe nt. "Probiotyki w żywności"

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

Kontakt: dr inż. Katarzyna Neffe-Skocińska; tel. (22) 593-70-67;

e-mail: sympozjumprobiotyki@gmail.com

15 - 17 PARIS, France = 3rd International Conference on Food and Nutritional Sciences "Empowerment of food & nutritional science in a challenging world"

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

Kontakt: Andrea Doris; e-mail: contact@foodscienceconference.org;

tel. +1 563 447-3392

22 - 24 ATHENS, Greece = 3rd EuroSciCon Conference on Food Technology "Advancing the biotechniques and scientific research into food technology"

Organizator: EuroSciCon Ltd

Informacje: <https://food-technology.euroscicon.com>

Kontakt: foodtechnology@eurosciconmeet.com; tel. +44-2033182512 (UK),

1-800-841-6480 (USA/Canada)

Maj

7 - 10 SLIEMA, Malta = 5th International Symposium on Bee Products

Organizatorzy: International Honey Commission (IHC), APIMONDIA

Informacje: <https://msdec.gov.mt/en/beeCongress/Pages/default.aspx>

9 - 10 KROSNO = VI Konferencja pt. „Rośliny zielarskie, kosmetyki naturalne i żywność funkcjonalna. Medycyna komplementarna w zapobieganiu i leczeniu chorób cywilizacyjnych"

Organizatorzy: Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Pigonia w Krośnie, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Polskie Towarzystwo Zielarzy i Fitoterapeutów

Informacje: <https://konferencje.pwsz.krosno.pl>

Kontakt: Instytut Gospodarki i Polityki Społecznej, Krosno

e-mail: zielarstwo2019@pwsz.krosno.pl ; tel. (13) 437-55-80, (13) 437-55-25

14 - 15 AMSTERDAM, The Netherlands = 21st International Conference on Food Science and Health (ICFSH)

Organizator: World Academy of Science, Engineering and Technology

Informacje: <https://waset.org/conference/2019/05/amsterdam/ICFSH>

- 15 - 17 KRAKÓW = XVI Konferencja Naukowa z cyklu „Wyzwania Zarządzania Jakością”**
Organizatorzy: Koło Naukowe Zarządzania Jakością, Katedra Zarządzania Jakością Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie
Informacje: <http://www.knzj.uek.krakow.pl/>
Kontakt: Ewa Dziedzic, Oliwia Rosenbeiger
e-mail: konferencja.knzj@gmail.com ; tel. (12) 293-55-88
- 21 - 24 POZNAŃ = Third International Legume Society Conference ILS3 2019 pt. „Legumes for human and planet health”**
Organizatorzy: Międzynarodowe Stowarzyszenie Roślin Strączkowych (ILS), Instytut Genetyki Roślin PAN, Poznański Park Naukowo Technologiczny Fundacji UAM
Informacje: <https://ils3.org/>
Kontakt: Monika Marciniak
e-mail: monika.marciniak@ppnt.poznan.pl ; tel. (61) 827-97-28
- 23 - 24 OLSZTYN = XXIV Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ nt. „Żywność – wczoraj, dziś i na zdrowe jutro”**
Organizatorzy: PTTŻ - Oddział Olsztyński, Wydział Nauk o Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie, Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Sekcja Chemii Żywności Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Oddział Olsztyński Polskiego Towarzystwa Magnezologicznego
Informacje: <http://www.uwm.edu.pl/kpichsr/smkn2019.html>
Kontakt: dr inż. Lucyna Kłębukowska; e-mail: smkn_2019@go2.pl
- 23 - 24 PARIS, France = 2nd International Conference on Food Processing, Safety & Packaging “Let food be our medicine for healthy living”**
Organizator: Conferenceseries LLC Ltd
Informacje: <https://foodcongress.conferenceseries.com>
Kontakt: foodsafety@europemeet.com; tel. +44 203-936-3178
- 29 - 30 KRAKÓW = XI Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt. „Wiedza – Gospodarka – Społeczeństwo”**
Organizatorzy: Wydział Zarządzania Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie
Informacje: <http://cfm.uek.krakow.pl>
Kontakt: mgr Karolina Orzeł, mgr Katarzyna Wójcik
e-mail: cfm@uek.krakow.pl ; tel. (12) 293-57-68; 660-346-703

30 - 31 KRAKÓW = International Conference on „Trends in animal products processing. From field to fork”

Organizatorzy: Department of Animal Products Technology, Faculty of Food Technology, University of Agriculture in Kraków; The Committee of Food and Nutrition Science, Division II Biological and Agricultural Sciences, Polish Academy of Sciences; Polish Society of Food Technologists – Małopolska Branch; Polish Academy of Arts and Sciences – Commission on Agricultural, Forests and Veterinary Sciences
Kontakt: prof. dr hab. inż. Władysław Migdał; e-mail: w.migdal@ur.krakow.pl; wmgdal@bochnia.pl; tel. (12) 662-47-85; +48 502-731-885

30 - 31 ŁÓDŹ = XII Konferencja Technologów Przetwórstwa Owoców i Warzyw pt. „Warzywa, grzyby, owoce – znaczenie w naszej epoce”

Organizatorzy: Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, Instytut Technologii i Analizy Żywności Politechniki Łódzkiej, PTTŻ - Oddział Łódzki
Informacje: <http://owoceiwarzywa.p.lodz.pl>
Kontakt: dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk; tel. (42) 631-27-77
e-mail: owoceiwarzywa@info.p.lodz.pl

Czerwiec

12 WARSZAWA = Jubileusz 25-lecia Wszechnicy Żywnościowej oraz Konferencja Naukowa nt. “Edukacja żywieniowa – moda czy konieczność?”

Organizatorzy: Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie, Wszechnica Żywnościowa Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie
Kontakt: dr inż. Ewa Fürstenberg
e-mail: ewa_furstenberg@sggw.pl ; tel. (22) 593-70-33

12 - 13 POZNAŃ = Konferencja Naukowa pt. „Oleje jadalne - Od surowca do zdrowia konsumenta”

Organizatorzy: PTTŻ - Sekcja Chemii i Technologii Tłuszczów, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
Informacje: <http://www.scitt.up.poznan.pl/konferencja2019>
Kontakt: dr hab. Dominik Kmiecik, tel. 691-371-625
e-mail: dominik.kmiecik@up.poznan.pl

13 - 14 BARCELONA, Spain = 4th International Conference on Food and Beverage Packaging “Optimizing food packaging with the help of recent technologies”

Organizator: Conferenceseries LLC Ltd
Informacje: <https://foodpackaging.foodtechconferences.org>
Kontakt: foodpackaging@foodtechconferences.com; tel. 0805-080048 (France), 0-800-014-8923 (UK), 1-213-233-9462, 1-888-843-8169 (America)

27 - 28 POZNAŃ = XXVII Ogólnopolski Sympozjum Bromatologiczne „Żywność i żywienie w profilaktyce i leczeniu chorób dietozależnych”

Organizatorzy: Katedra i Zakład Bromatologii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Ogólnopolska Sekcja Bromatologiczna Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego, Zespół Higieny Żywności i Żywienia Człowieka Komitetu Nauki o Żywności Człowieka PAN, Zespół Analityki Żywności Komitetu Chemii Analitycznej PAN

Informacje: <http://www.bromatologia2019.bok-ump.pl>

Kontakt: Biuro Organizacji Konferencji e-mail: konferencje@ump.edu.pl

tel. (61) 854-73-84

Wrzesień**16 - 18 NITRA, Slovakia = 14th International Scientific Conference FoodBioTech**

Organizatorzy: Faculty of Biotechnology and Food Sciences of the Slovak University of Agriculture in Nitra

Informacje: <https://fbtcon.fbp.uniag.sk/>

Kontakt: Zuzana Kňažická

e-mail: food.bio.tech.con@gmail.com ; tel. +421-37-641-5382

19 - 20 ŁÓDŹ = 3rd International Conference „Biologically Active Compounds in Food – BACIF 2019”

Organizatorzy: Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, Instytut Technologii i Analizy Żywności Politechniki Łódzkiej, PTTŻ - Oddział Łódzki, PTTŻ - Sekcja Owoców i Warzyw

Informacje: <http://bacif2019.p.lodz.pl>

Kontakt: dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk; tel. (42) 631-27-77

e-mail: bacif2019@info.p.lodz.pl

Październik**5 - 9 COLOGNE, Germany = Innovation Food Conference**

Organizator: Koelnmesse GmbH Business International

Informacje: <https://10times.com/innovation-food-conference>

16 - 17 CZĘSTOCHOWA = VIII Ogólnopolska Konferencja Naukowa z cyklu Żywność – Żywienie – Dietetyka nt. „Żywienie i dietetyka osób starszych”

Organizatorzy: Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza w Częstochowie, Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN

Informacje: www.dietkonf.ujd.edu.pl

Kontakt: mgr Sylwia Ptak

e-mail: dietkonf@ujd.edu.pl ; tel. (34) 361-49-18 w. 163

- 21 - 23 ROME, Italy = International Congress on Food Science and Agronomy ICFA 2019 on "Research and Innovations in Food Science and Agronomy for healthy life"
Organizatorzy: Science Access
Informacje: <http://foodscience.summitsglobal.com>
Kontakt: foodscience@sameetings.net ; tel. 1-302-428-9993, 1-267-646-2200

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSTCI

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

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

KOMUNIKATY

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

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

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

PREZES / ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. inż. Agnieszka Kita Prezes PTTŻ	UP, ul. Chelmońskiego 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. nadzw. Aleksandra Wilczyńska, Oddział Gdański	UM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 58 690 15 62; e-mail: a.wilczynska@wpit.umg.edu.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. 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. Mariusz Witczak Oddział Małopolski	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel.: 12 662 48 35; e-mail: rrwiteza@cyf-kr.edu.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Iwona Konopka Oddział Olsztyński	UWM, Pl. Cieszyński 1, 10-957 OLSZTYN Tel.: 89 523 36 25; e-mail: iwona.konopka@uwm.edu.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Małgorzata Dżugan Oddział Podkarpacki	UR w Rzeszowie, ul. M. Ćwiklińskiej 2, 35-601 RZESZÓW Tel.: 17 872 16 19; e-mail: mdzugan@ur.edu.pl
Dr hab. Izabela Dmytrów Oddział Szczeciński	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 SZCZECIN Tel.: 507 104 101; e-mail: izabela.dmytrow@gmail.com
Dr hab. inż., prof. nadzw. 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. Małgorzata Gumienna Oddział Wielkopolski	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 61 848 73 47; e-mail: gumienna@up.poznan.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Joanna Kawa-Rygielska Oddział Wrocławski	UP, ul. Chelmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: 71 320 54 77; e-mail: pttz_ow@wnoz.up.wroc.pl
SEKCJE	
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	Politechnika Koszalińska, ul. Kwiatkowskiego 6e, 75-343 KOSZALIN Tel.: 609 807 618; e-mail: janjasienczyk@poczta.onet.pl
Dr inż. Arkadiusz Żych Technologii Mięsa	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 SZCZECIN Tel.: 91 449 66 00 wew. 6583; e-mail: arkadiusz.zych@zut.edu.pl
Dr hab. inż. Magdalena Rudzińska Chemii i Technologii Tłuszczów	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 61 848 72 76; e-mail: magdar@up.poznan.pl
Prof. dr hab. Antoni Golachowski Technologii Węglowodanów	UP, ul. Chelmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: 71 320 77 68; e-mail: antoni.golachowski@upwr.edu.pl
Dr hab. inż. Dorota Walkowiak-Tomczak Chemii i 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