



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 1 (68)

Kraków 2010

Rok 17

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Tadeusz Sikora; tel./fax 012/ 293-50-54

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 012/ 662-51-61
e-mail: wnpttz@wp.pl; ewaslawska@wp.pl

Redaktorzy: prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, prof. dr hab. Włodzimierz Grajek,
prof. dr hab. Danuta Kolożyn-Krajewska, prof. dr hab. Bogusław Król, prof. dr hab. Krzysztof
Krygier, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, prof. dr hab. Stefan Ziajka

Stali współpracownicy: prof. dr hab. Jacek Kijowski (Poznań), dr Grażyna Morkis (Warszawa),
dr inż. Anna Gręda (Kraków), prof. dr hab. Maria Soral-Śmietana (Olsztyn)

RADA PROGRAMOWA: prof. dr Antoni Rutkowski (przewodniczący), dr hab. Kazimierz
Dąbrowski (sekretarz), prof. dr hab. Barbara Baraniak, prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna,
prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski, prof. dr hab. Józefa Chrzanowska, prof. dr hab. Janusz
Czapski, prof. dr hab. Zbigniew Czarnecki, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab., Teresa
Fortuna, prof. dr hab. Jan Gawęcki, prof. dr hab. Roman A. Grzybowski, prof. dr hab. Stanisław
Gwiazda, prof. dr hab. Jan Iciek, prof. dr hab. Edward Kołakowski, prof. dr hab. Henryk Kostyra,
prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, , prof. dr hab. Piotr
Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Zdzisław Targoński,
prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, prof. dr hab. Erwin Wąsowicz

KONSULTANCI NAUKOWI: prof. dr hab. Zbigniew Duda, prof. dr hab. Adolf Horubała,
prof. dr hab. Jan Kiswa, prof. dr hab. Helena Oberman

RADA KONSULTACYJNA: prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr Jerzy Jankun (USA),
dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr Marian Naczka (Kanada), prof. dr Jan Pokorny (Czechy),
prof. dr Roman Przybyłski (Kanada), dr Andrzej Sońnicki (USA), dr Alina Surmacka-Szcześniak
(USA), dr John Wojciak (Kanada)

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2010

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 700 egz.

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków
tel./fax (012) 280-71-51; www.akapit.krakow.pl
e-mail: wn@akapit.krakow.pl

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności

Nr 1 (68)

Kraków 2010

Rok 17

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
ROBERT DULIŃSKI: Biotechnologiczne metody produkcji witamin z wykorzystaniem mikroorganizmów	5
RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, PAULINA LISZKA, MAGDALENA SURMA-ZADORA, PAWEŁ M. PISULEWSKI: Wpływ procesu technologicznego na zawartość kwasu foliowego w pieczywie	20
IRENA PERUCKA, MAŁGORZATA MATERSKA, LUIZA JACHACZ: Ocena jakości preparatów otrzymanych z wysuszonych owoców papryki (<i>Capsicum Annuum</i> L.).....	30
AGNIESZKA NAWIRSKA-OLSZAŃSKA, ALICJA Z. KUCHARSKA, ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, ANITA BIESIADA: Ocena jakości dżemów z dyni wzbogaconych pigwowcem, dereniem i truskawkami... 40	
MICHALINA M. KOTLARSKA, RENATA PIETRZAK-FIEĆKO, STEFAN S. SMOCZYŃSKI, ZBIGNIEW BOREJSZO: Poziom polichlorowanych bifenyli w grzybach jadalnych dostępnych na rynku Warmii i Mazur	49
EMIL SZYMAŃSKI, JERZY SZPENDOWSKI, RYSZARD ŻYWICA, JOANNA K. BANACH: Wpływ dodatku koncentratu partykułowanych białek serwatkowych do mleka serowarskiego na jego właściwości elektryczne	58
GRZEGORZ BIENKIEWICZ, ZDZISŁAW DOMISZEWSKI, DOMINIKA PLUST, BARBARA CZERNIEJEWSKA-SURMA: Zawartość długołańcuchowych polienowych kwasów tłuszczowych n-3 w paluszkach rybnych.....	71
KRYSTYNA PALKA, WŁADYSŁAW MIGDAŁ, DOROTA WOJTYSIAK, MAŁGORZATA NATONEK-WIŚNIEWSKA, AGNIESZKA DUDKIEWICZ, KAMIL MUZYCZKA, MARCIN WANTUCH, EDYTA BAUERER: Wpływ rasy i wieku świń na właściwości modelowych farszów mięsnych i kielbas.....	80
KRZYSZTOF WÓJCIK, MAŁGORZATA SOBCZAK, JOANNA ŻOCHOWSKA-KUJAWSKA, KAROL ZIELIŃSKI: Porównanie tekstury i struktury oraz podatności na proces masowania mięśni danieli (<i>Dama dama</i>) w zależności od płci i wieku	93
ANITA MIKOŁAJCZYK: Wpływ kwasu winowego na pałeczki <i>Salmonella</i> w podłożach mikrobiologicznych i w tuszkach indyjskich	105
MAREK NOWAK, TADEUSZ TRZISZKA: Zachowania konsumentów na rynku mięsa drobiowego.....	114
DOMINIKA JAKUBOWSKA, MONIKA RADZYMIŃSKA, STEFAN S. SMOCZYŃSKI: Określenie determinant wpływających na percepcję ryzyka w zakresie bezpieczeństwa mięsa i produktów mięsnych	123
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	130
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR: Współczesny leksykon wiedzy o żywności	131
ANNA GRĘDA: Nowe książki	133
ANTONI GOLACHOWSKI: Prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski doktorem honoris causa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu	137
Technolog Żywności.....	140

Zamieszczone artykuły są recenzowane

Czasopismo jest referowane przez: AGRO-LIBREX, Chemical Abstracts Service, IFIS, Journal Citation Reports / Science Edition; Citation Index Expanded

FOOD. Science. Technology. Quality

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

No 1 (68)

Kraków 2010

Vol. 17

CONTENTS

From the Editor	3
ROBERT DULIŃSKI: Biotechnological methods of producing vitamins using microorganisms.....	5
RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, PAULINA LISZKA, MAGDALENA SURMA-ZADORA, [PAWEŁ M. PISULEWSKI]: Effect of technological process on the content of folic acid in bread	20
IRENA PERUCKA, MAŁGORZATA MATERSKA, LUIZA JACHACZ: Quality assessment of preparations made from dry fruits of <i>Capsicum annuum</i> L. pepper	30
AGNIESZKA NAWIRSKA-OLSZAŃSKA, ALICJA Z. KUCHARSKA, ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, ANITA BIESIADA: Quality assessment of pumpkin jams enriched with japanese quince, cornelian cherry and strawberries	40
MICHALINA M. KOTLARSKA, RENATA PIETRZAK-FIEĆKO, STEFAN S. SMOCZYŃSKI, ZBIGNIEW BOREJSZO: The level of polychlorinated biphenyls in edible mushrooms available at the market in the region of Warmia and Masuria	49
EMIL SZYMAŃSKI, JERZY SZPENDOWSKI, RYSZARD ŻYWICA, JOANNA K. BANACH: Effect of particulated whey protein concentrate (PWPC) added to cheese milk on its electrical proprieties	58
GRZEGORZ BIENKIEWICZ, ZDZISŁAW DOMISZEWSKI, DOMINIKA PLUST, BARBARA CZERNIEJEWSKA-SURMA: Content of <i>n</i> -3 long-chain poly-unsaturated fatty acids in fish sticks.....	71
KRYSTYNA PALKA, WŁADYSŁAW MIGDAŁ, DOROTA WOJTYSIAK, MAŁGORZATA NATONEK- WIŚNIEWSKA, AGNIESZKA DUDKIEWICZ, KAMIL MUZYCZKA, MARCIN WANTUCH, EDYTA BAUEREK: Effect of breed and age of pigs on the properties of model meat batters and sausages	80
KRZYSZTOF WÓJCIK, MAŁGORZATA SOBCZAK, JOANNA ŻOCHOWSKA-KUJAWSKA, KAROL ZIELIŃSKI: Comparison of sex- and age-related texture and structure of fallow deer (<i>Dama dama</i>) muscles, and of their responsiveness to massaging	93
ANITA MIKOŁAJCZYK: Effect of tartaric acid on <i>Salmonella</i> spp. in microbiological media and in turkey carcasses.....	105
MAREK NOWAK, TADEUSZ TRZISZKA: Consumer behaviour on the poultry meat market	114
DOMINIKA JAKUBOWSKA, MONIKA RADZYMIŃSKA, STEFAN S. SMOCZYŃSKI: Establishing determinants impacting risk perception in reference to the safety of meat and meat products.....	123
GRAŻYNA MORKIS: Food Problems in Polish and EU Legislation.....	130
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR: Food Science Lexicon	131
ANNA GRĘDA: Book reviews	133
ANTONI GOLACHOWSKI: Professor Włodzimierz Bednarski, Univ. Prof. PH.D., Doctor honoris causa of the Wrocław University of Environmental and Life Sciences	137
The Food Technologist.....	140

Only reviewed papers are published

*Covered by: AGRO-LIBREX and Chemical Abstracts Service and IFIS,
Journal Citation Reports / Science Edition; Citation Index Expanded*

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

przekazujemy Państwu nr 1 (68) naszego czasopisma w roku 2010. Zamieściliśmy w nim artykuły naukowe i materiały informacyjne, które, mamy nadzieję, spotkają się z Państwa uznaniem.

Pragniemy podkreślić, że jesteśmy obecnie jedynym polskojęzycznym czasopiśmie naukowym z dyscypliny nauki o żywności i żywieniu obejmującym szeroko rozumiany zakres tych nauk.

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

Kraków, marzec 2010 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora

ROBERT DULIŃSKI

BIOTECHNOLOGICZNE METODY PRODUKCJI WITAMIN Z WYKORZYSTANIEM MIKROORGANIZMÓW

Streszczenie

Witaminy znajdują szerokie zastosowanie w produkcji żywności (w tym suplementów diety), produktów farmaceutycznych, pasz oraz jako składniki kosmetyków. Na skalę przemysłową większość witamin produkuje się metodami syntezy chemicznej lub za pomocą ekstrakcji z naturalnych substancji, ale w wielu przypadkach są to procesy wymagające dużego nakładu energii i generujące wysokie koszty składowania oraz utylizacji substancji odpadowych. Powyższe argumenty stanowiły impuls do poszukiwania możliwości zastępowania tych syntez procesami biotechnologicznymi, poczynając od wykorzystania mikroorganizmów w wybranych biotransformacjach (witamina C) aż do całkowitej syntezy mikrobiologicznej z udziałem zrekombinowanych szczepów, jak w przypadku witaminy B₁₂. Możliwa jest także produkcja surowców roślinnych ze zwiększoną zawartością witamin, poprzez projektowanie metaboliczne szlaków ich biosyntezy czy też wykorzystanie ich jako bioreaktorów, tzw. "fitofarming" (witaminy A oraz E). W pracy zaprezentowano wybrane aspekty związane z biotechnologiczną produkcją witamin i selekcją organizmów transgenicnych do ich produkcji

Słowa kluczowe: witaminy, rośliny transgeniczne, projektowanie metaboliczne, fitofarming

Wprowadzenie

Witaminy to grupa związków niezbędnych w ilościach śladowych do normalnego wzrostu i rozwoju, która nie jest produkowana przez ssaki i musi być dostarczana do organizmu z zewnątrz. Substancje te pełnią w organizmie rozliczne funkcje: (1) jako koenzymy lub ich prekursorzy (niacyna, tiamina, ryboflawina), (2) biorące udział w procesach widzenia (witamina A), (3) jako składniki systemu obrony organizmu przed negatywnym wpływem reaktywnych form tlenu (witamina A, C, E) czy też czynniki zaangażowane w proces regulacji genetycznej (kwas foliowy, witamina B₁₂). Zasadniczym kryterium klasyfikacji witamin jest rozpuszczalność tych związków w wodzie lub tłuszczach. Oprócz funkcji prozdrowotnych, wynikających z ich aktywności meta-

bolicznej, witaminy odgrywają istotną rolę w produkcji żywności jako substancje przeciwutleniające, hamujące procesy oksydacyjne tłuszczów, substancje barwiące oraz smakowo-zapachowe, jak również jako tzw. składniki o prozdrowotnym oddziaływaniu często nazywane też substancjami bioaktywnymi.

W ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie witaminami nie tylko w kontekście wzbogacania żywności i pasz, ale także jako składników stosowanych w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym [6, 35]. Ogromne zapotrzebowanie rynku na witaminy zaspokaja głównie ich produkcja metodami syntezy chemicznej. Jednak znaczne koszty produkcji, duże zużycie agresywnych rozpuszczalników organicznych i powstawanie substancji odpadowych stanowią impuls do pozyskiwania witamin z alternatywnych źródeł. Osobne zagadnienie stanowi biodostępność tych związków, przyswajanych przez organizm w znacznie większym stopniu z naturalnych surowców niż w formie preparatów farmaceutycznych. Podejmuje się więc działania w kierunku wprowadzenia biotechnologicznych metod produkcji, które skutecznie konkurują z technikami tradycyjnymi bądź stanowią jedyny, ekonomicznie uzasadniony wariant otrzymywania witamin, jak w przypadku cyjanokobalaminy (tab. 1). Ponadto zastosowanie mikroorganizmów tworzy możliwości wykorzystania alternatywnych źródeł energii w pozyskiwaniu witamin, jak oleje roślinne czy cukry.

Metody produkcji witamin

W rozwoju technik produkcji witamin odnotowuje się trzy kierunki. W procesach syntezy przemysłowej, stosowanej w ostatnich kilkudziesięciu latach, próbuje się zminimalizować koszty poprzez zastąpienie wybranych etapów mikrobiologicznymi fermentacjami prowadzonymi przez transformowane szczepy (np. produkcja witaminy C i B₂) [13, 14, 38]. Druga tendencja to wykorzystanie inżynierii genetycznej w procesie zwiększania koncentracji witamin (np. kukurydza z witaminą E) lub inicjowania ich biosyntezy głównie w surowcach roślinnych (np. tzw. złoty ryż z prowitaminą A) [2]. Ostatni kierunek, będący kontynuacją poprzedniego, to zastosowanie roślin i mikroorganizmów jako bioreaktorów do produkcji tych kluczowych dla organizmu związków tzw. fitofarming (karotenoidy, witamina C, E i cyjanokobalamina) [3, 4, 13, 36].

Witamina C

Jeśliby przyjąć definicję biotechnologii jako dziedziny umożliwiającej otrzymywanie produktów za pomocą enzymów komórek mikroorganizmów, to już przy produkcji witaminy C, wytwarzanej zasadniczo metodą syntezy chemicznej, można mówić o przynajmniej częściowej ingerencji biotechnologii na jednym z etapów wytwarzania.

Tabela 1

Witaminy produkowane metodami biotechnologicznymi.

Vitamins produced by biotechnological methods.

Witamina Vitamin	Enzym/mikroorganizm Enzyme/microorganism	Metoda Method
Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach / Fat-soluble vitamins		
Witamina E (α -tokoferol) Vitamin E (α -tocopherol)	Glon słodkowodny <i>Euglena gracilis</i> Freshwater algae <i>Euglena gracilis</i>	Produkcja na bazie fermentacji z glukozy Fermentative production from glucose
Witamina K ₂ Vitamin K ₂	Zmutowany szczep <i>Bacillus subtilis</i> Mutated strain of <i>Bacillus subtilis</i>	Fermentacja z wykorzystaniem ekstraktu z soi Fermentation using soybean extract
Witaminy rozpuszczalne w wodzie / Water-soluble vitamins		
Witamina C (kwas L-askorbinowy) Vitamin C (L-ascorbic acid)	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	Proces realizowany przez wyselekcjonowane poprzez mutagenezę szczepy <i>Chlorella pyrenoidosa</i> został opatentowany jako źródło biomasy ze związaną witaminą C w formie karmy dla zwierząt This process, carried out by <i>Chlorella pyrenoidosa</i> strains selected through mutagenesis, was patented as a source of biomass with bound vitamin C in the form of feed for animals
	<i>Gluconbacter oxydans</i>	Wczesne próby wprowadzenia biotransformacji na etapie utlenienia D-sorbitolu do L-sorbozy w przemysłowym cyklu Reichsteina Early attempts of introducing biotransformation on the stage of oxidizing D-sorbitol to L-sorbose during the industrial Reichstein-synthesis
	Reduktaza 2,5-diketo-D-glukonianu z <i>Corynebacterium</i> sp. 2,5 –diketo-D-gluconic acid reductase <i>Corynebacterium</i> sp.	Proces fermentacji na bazie kwasu 2-keto-L-gulonowego z następującą chemiczną konwersją do kwasu L-askorbinowego Fermentative process on the basis of 2 -keto-L-gulonic acid with the subsequent chemical conversion to L-ascorbic acid

c.d. Tab. 1

Biotyna Biothin	<i>Serratia marcescens</i>	Fermentacyjna produkcja z glukozy przez genetycznie modyfikowane bakterie Fermentative production from glucose by genetically modified bacteria
	System wieloenzymowy (<i>Bacillus sphaericus</i>) Multiple enzyme system (<i>Bacillus sphaericus</i>)	Konwersja z kwasu diaminopimelinowego przy wykorzystaniu enzymatycznego układu biosyntezy biotyny z mutanta (<i>Bacillus sphaericus</i>) Conversion from diaminopimelic acid using enzyme biotin biosynthetic system from mutant (<i>Bacillus sphaericus</i>)
Witamina B ₂ (ryboflawina) Vitamin B ₂ (riboflavin)	<i>Eremothecium ashbyii</i> , <i>Ashbya gossypii</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Candida flaveri</i>	Produkcja z glukozy przez fermentację, konstrukcja udoskonalonych przez inżynierię metaboliczną szczepów Fermentative production from glucose, construction of strains improved by metabolic engineering
Witamina B ₁₂ (cyjanokobalamina) Vitamin B ₁₂ (cyanocobalamin)	<i>Propionibacterium shermanii</i> , <i>Pseudomonas denitrificans</i>	Kombinacja przypadkowej mutagenезy i inżynierii genetycznej pozwoliła na zwiększenie blisko 100-krotnie produktywności szczepu <i>Pseudomonas denitrificans</i> Combination of random mutagenesis and genetic engineering allowed to increase the productivity of <i>Pseudomonas denitrificans</i> strain by almost 100 times

Opracowanie własne na podstawie: [10, 13, 16, 20, 38].

The author's own study based on: [10, 13, 16, 20, 38].

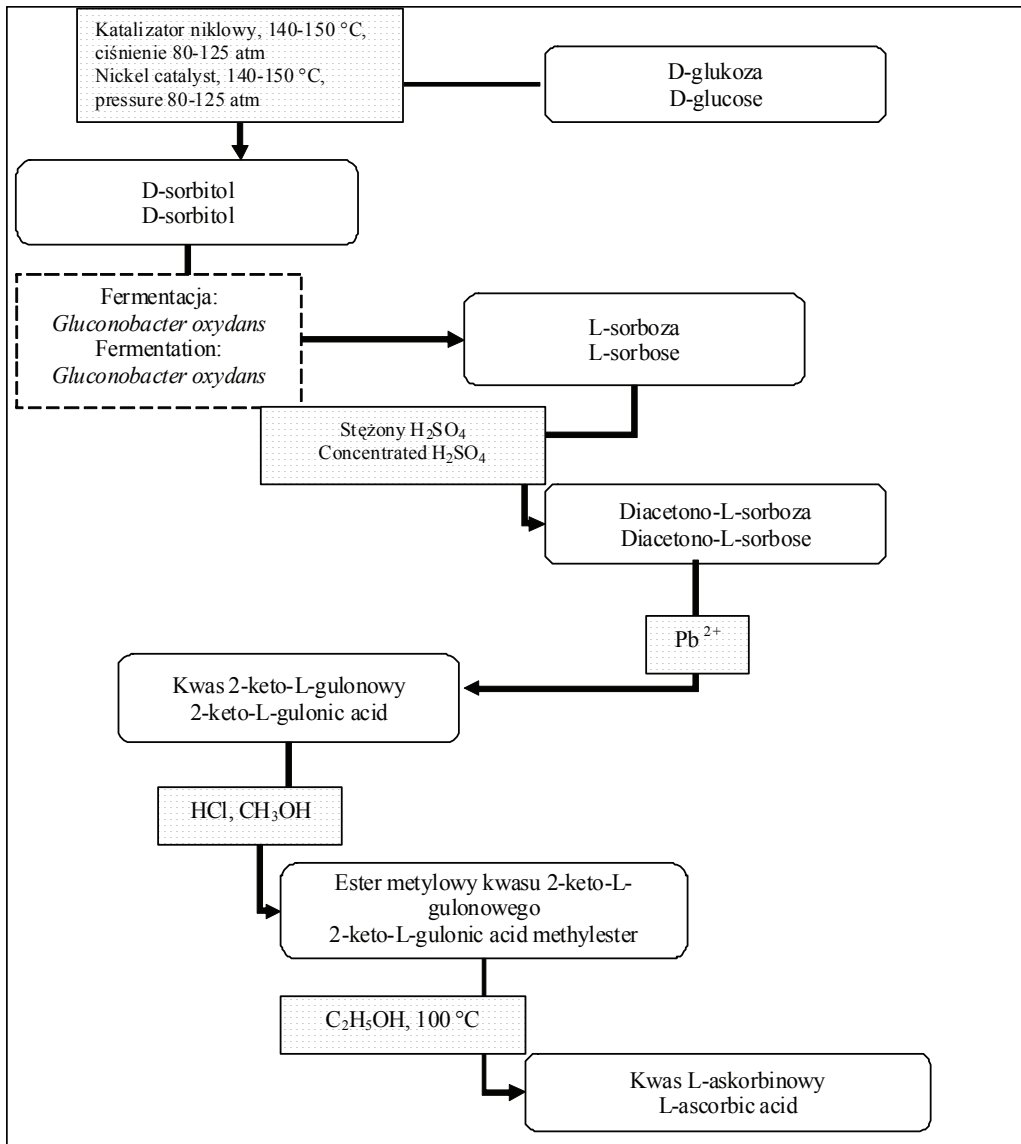
Zastosowanie pojedynczych i mieszanych kultur mikroorganizmów

Witamina C, czyli kwas L-askorbinowy (ang. L-ascorbic acid; L-AA), jest wykorzystywana w przemyśle farmaceutycznym (50 %), w produkcji żywności i pasz (25 %), a ostatnio również w kosmetologii (10 %) [5]. Roczna sprzedaż witaminy C osiągnęła wartość 800 mln USD, a rosnące zapotrzebowanie pokrywane jest głównie dzięki przemysłowej produkcji metodą chemiczno-mikrobiologiczną w 7-etapowym procesie Reichsteina. Początkowy etap utlenienia D-sorbitolu do L-sorbozy jest wspomagany przez biologiczną ścieżkę katalizowaną przez szczep *Gluconobacter oxydans*. Pomimo 60 lat doświadczeń proces wymaga użycia agresywnych rozpuszczalników organicznych i nieorganicznych, wysokiego ciśnienia i temperatury, co przy zaostro-

nych przepisach bezpieczeństwa znacząco podwyższa koszty produkcji (rys. 1). Optymalizacja syntezy Reichsteina zmierza w kierunku wykorzystania mieszanych kultur mikroorganizmów i genetycznej modyfikacji szczepów, co w optymistycznym wariacie mogłoby prowadzić nawet do jednoetapowej biotransformacji. Idea syntezy witaminy C konkurencyjnej wobec klasycznego procesu Reichsteina, z zastosowaniem mieszanych kultur mikroorganizmów, powstała w 1969 r. i jest sukcesywnie doskonalona głównie przez chińskich badaczy. Selekcja zmutagenizowanych promieniowaniem UV szczepów *G. oxydans* oraz *Bacillus megaterium* pozwoliła na uzyskanie konwersji 92 % L-sorbozy w 180-litrowym fermentorze. *G. oxydans* zawiera kluczowy układ enzymatyczny pozwalający na produkcję kwasu 2-keto-L-gulonowego (ang. 2-keto-L-gulononic acid; 2-KLGA), natomiast obecność *B. megaterium* zapewnia zwiększoną akumulację finalnego produktu. W kolejnej fazie zastosowano selekcję szczepów *Gluconobacter melanogenus*, która pozwoliła na produkcję 2-KLGA z D-sorbitolu i L-sorbozy z odpowiednio 50 i 60 % wydajnością. Pomimo przekonania, że zdolność produkcji 2-keto-L-gulonianu jest zarezerwowana wyłącznie dla rodzaju *Gluconobacter*, *Acetobacter* i *Pseudomonas* wyizolowano szczep *Ketogulonigenium vulgare* DSM 4025 osiągający wydajność 1,37 g/l L-AA z 5 g/l L-sorbosomu [34].

Genetyczna modyfikacja szczepów

Pierwsze próby wykorzystania szczepu *Erwinia herbicola* transformowanego genem reduktazy 2,5-diketo-D-glukonianu z *Corynebacterium sp.* pozwoliły na uzyskanie 120 g/l 2-KLGA w czasie poniżej 120 h [38]. Wysoką wydajność osiągnięto również dzięki rekombinantowemu szczepowi *G. oxydans* G624 z wbudowanym genem kodującym dehydrogenazę L-sorbosomu lub L-sorbozy z *G. oxydans* T-100 [28]. Jednak wymienione wyżej próby nie pozwalały na bezpośrednią produkcję kwasu askorbinowego z D-glukozy czy L-sorbitolu, a jedynie akumulację produktu pośredniego: 2-KLGA. Uzupełnienie brakującego ogniwa, to efekt zastosowania hydrolizy realizowanej przez laktonazy z *Zymomonas mobilis* czy *E. coli*, która pozwoliła na taką konwersję, jednak wciąż przy mało akceptowanym poziomie wydajności. Raporty sygnalizują identyfikację szczepów drożdży *Candida blanki* i *Cryptococcus dimmenna*, które przekształcają 2-KLGA do L-AA [13]. Uzyskana wydajność na poziomie 25 µg/ml L-AA w medium, z początkowych 5 mg/ml keto-L-gulonianu, po blisko 48 h fermentacji nadal nie jest odpowiednia. Oba szczepy wykorzystują kwas L-askorbinowy jako źródło węgla, stąd ukierunkowana mutageneza może się przyczyniać do zwiększenia efektywności tego procesu.



Rys. 1. Przemysłowa produkcja witaminy C poprzez syntezę Reichsteina z udziałem jednoetapowej fermentacji realizowanej przez rekombinantowy szczep *Gluconobacter oxydans*.

Fig. 1. Industrial production of vitamin C by Reichstein-synthesis with one-step fermentation carried out by a recombinant *Gluconobacter oxydans* strain.

Opracowanie własne na podstawie: [10, 13, 14, 30].

The author's own study based on: [10, 13, 14, 30].

Drożdże i mikroglony – alternatywne źródła

Komórki drożdży mają zdolność syntezy pięciowęglowego analogu witaminy C – kwasu D-erythroaskorbinowego (ang. D-erythroascorbic acid; D-EAA). Związek ten ma podobne spektrum właściwości antyoksydacyjnych, jednak nie jest czynnikiem anty-skorbutowym, co znacząco ogranicza jego komercyjne zastosowanie. Interesujące jest podobieństwo dwóch etapów biosyntezy D-EAA przez drożdże do analogicznej sekwencji reakcji prowadzącej do powstania L-AA w roślinach. Okazuje się że zaangażowana w proces biosyntezy oksydaza D-arabino-1,4-laktonu, izolowana z *Candida albicans* i *Saccharomyces cerevisiae*, akceptuje *in vitro*, oprócz naturalnego (D-arabinozy), również takie substraty, jak L-galakto-1,4-lakton oraz L-gulono-1,4-lakton, pozwalając na produkcję L-AA w komórkach [13]. Szeroka specyficzność substratowa dehydrogenazy D-arabinozy, katalizującej kolejny etap biosyntezy D-EAA, zapewniła akumulację kwasu L-askorbinowego po inkubacji z L-galaktozą [14].

Ta elastyczność ścieżki biosyntezy D-EAA została wykorzystana w jednoetapowym procesie fermentacji realizowanym przez udoskonalone szczepy *S. cerevisiae* oraz *Zygosacharomyces bailii* [30]. Głównym problemem w produkcji L-AA przez drożdże pozostaje wysoki koszt L-galaktozy, która na dalszym etapie powinna być pozyskiwana przez zrekombinowane szczepy bakteryjne wykorzystujące w produkcji tego cukru znacznie tańsze substraty wyjściowe. W 1996 r. opatentowano proces produkcji biomasy wzbogaconej w witaminę C dla przemysłu paszowego i suplementacji diety. Jednoetapowy proces fermentacji realizowany jest poprzez heterotroficzne mikroalgi *Chlorella pyrenoidosa*, deponujące witaminę C wewnątrz komórki. Optymalizacja warunków hodowli i mutageneza szczepów pozwoliła na 70-krotny wzrost wydajności produkcji w stosunku do macierzystego szczepu (2g L-AA /l) [10].

Witamina B₂

Ryboflawina, czyli witamina B₂, jest prekursorem koenzymów flawinowych FAD oraz FMN, uczestniczących w reakcjach oksydoredukcyjnych organizmu. W żywności stosowana jest głównie jako żółty barwnik, pozyskiwana w znakomitej większości poprzez syntezę chemiczną. W ostatnich latach dominujący producenci, koncerny BASF, Roche czy ADM/Aventis, intensywnie rozwijają sektor biotechnologicznej produkcji ryboflawiny polegającej na wykorzystaniu genetycznie zmodyfikowanych komórek bakterii i grzybów. Zastosowanie wysoko wydajnych szczepów mikroorganizmów z gatunku *Bacillus subtilis*, *Ashbya gossypi*, *Eremothecium ashbyii* czy *Candida famata* pozwala na przeprowadzenie jednoetapowej fermentacji, znacznie redukując koszty produkcji i potencjalnego recyklingu substancji odpadowych [17, 19, 23]. W mikrobiologicznej syntezie wykorzystywane są wyselekcjonowane szczepy, których hodowla zoptymalizowana jest pod względem doboru składników pożywki: źródła

węgla, mikroelementów oraz pH. Szczepy *A. gossypii* oraz *C. famata* charakteryzuje nadprodukcja ryboflawiny stymulowana wzbogacaniem pożywki w prekursory witaminy B₂. Wzrost wydajności zanotowano przy suplementacji medium hodowlanego GTP, hipoksantyną [31] czy glicyną [15], która odgrywa równocześnie rolę czynnika limitującego i induktora syntezy ryboflawiny.

Selekcja mutantów i projektowanie metabolizmu

Selekcja mutantów prowadzona jest w kierunku obniżonej wrażliwości na zwiększone stężenie żelaza, które negatywnie wpływa na biosyntezę ryboflawiny przez *C. famata* [15]. Zwiększoną produkcję witaminy B₂ obserwowano również u mutantów opornych na analog puryny – tubercedynę (85 - 200 µg/ml), a w przypadku *B. subtilis*: 8-azoguaninę, sulfotlenek metioniny czy rozeoflawinę – antymetabolit ryboflawiny [23]. Nadprodukcja jest efektem deregulacji szlaków metabolicznych, co przyczynia się do intensywnego przekształcenia monofosforanu inozyny oraz monofosforanu ksantozyny do prekursora ryboflawiny: GMP.

Kolejna strategia zwiększania produktywności ryboflawiny – projektowanie metabolizmu – polega na nadekspresji lub wyłączeniu (nokaucie) genów kodujących enzymy kluczowych ścieżek biosyntetycznych lub katalizujących niepożądane reakcje boczne. Najbardziej zaawansowane w tym zakresie są próby ze szczepami *B. subtilis* oraz *A. gossypii* [11, 18, 33]. Przykład stanowi nadekspresja genu *AgGLY1*, kodującego aldolazę treoniny [21]. Treonina należy do grona potencjalnych prekursorów GTP, a z kolei ten związek stanowi substrat wyjściowy do procesu biosyntezy ryboflawiny. Kontrola genu przez promotor i terminator *AgTEF* zaowocowała 10-krotnym wzrostem specyficznej aktywności aldolazy treoniny, co pośrednio wpłynęło na zwiększenie produkcji ryboflawiny za sprawą efektywnego pobierania tego aminokwasu. Ostatni przykład stanowi „wyłączenie” genu *AgVMA1*, kodującego podjednostkę wakuolarną ATPazy [11]. Dzięki tej operacji syntetyzowana przez *A. gossypii* ryboflawina nie jest deponowana w komórkowej wakuoli, a transportowana do środowiska zewnątrzkomórkowego.

Witamina B₁₂

Termin witamina B₁₂ jest stosowany wobec związków czteropirolowych z centralnie zlokalizowanym jodem kobaltu: cyjanokobalaminy, adenozynekobalaminy oraz hydroksylokobalaminy. Dla człowieka witamina B₁₂ jest niezbędna w śladowych ilościach (1-3 µg/dzień) jako koenzym syntazy metioniny (EC 2.1.1.13) oraz mutazy metylomalonylo-CoA (EC 5.4.99.2). Proces biosyntezy jest prowadzony przez nieliczne bakterie i glony. Blisko 10 lat badań z udziałem ponad 100 naukowców pozwoliło na opracowanie technologii chemicznej syntezy witaminy B₁₂. Jednak techniczne trudności związane z przeprowadzeniem 70-etapowego procesu i aspekty ekonomiczne

wykluczają zastosowanie metody na skalę przemysłową. Obecnie kobalamina produkowana jest wyłącznie metodą fermentacji przez wyselekcjonowane szczepy m.in. z rodzaju: *Aerobacter*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Nocardia*, *Propionibacterium*, *Pseudomonas* czy *Rhizobium* [20, 24, 32]. Główną strategią w udoskonalaniu produkcji jest nieukierunkowana mutagenesa, a następnie skryning szczepów mikroorganizmów pod względem produktywności, genetycznej stabilności oraz odporności na podwyższone stężenie szkodliwych ubocznych produktów metabolizmu obecnych w środowisku hodowlanym. W produkcji przemysłowej wykorzystuje się przede wszystkim dwa gatunki: *Propionibacterium shermanii* oraz *Pseudomonas denitrificans*. *P. shermanii* zdominował rynek produkcji witaminy B₁₂, a nie uznany za ogólnie bezpieczny szczep GRAS (ang. Generally Recognized as Safe). Bioprocessy realizowane z udziałem mikroaerofilnego *P. shermanii* przebiegają w ramach dwuetapowej fermentacji. W trakcie pierwszych 3 dni hodowli w środowisku beztlenowym bakterie syntetyzują prekursor kobinoamid, po czym następuje delikatne napowietrzanie kultury w ciągu kolejnych 1 - 3 dni celem realizacji finalnego etapu produkcji dimetylobenzimidazolu (DMBI) i połączenia obu części, aby utworzyć cyjanokobalaminę [20]. W przeciwieństwie do *Propionibacterium* produkcja witaminy B₁₂ przez *P. denitrificans* stanowi proces tlenowy, którego wydajność w ramach 2- 3-dniowego cyklu hodowlanego prowadzonego w temp. 30 °C i pH 6 - 7 jest wyraźnie skorelowana z fazą wzrostu drobnoustrojów. Niezależnie od zastosowanego szczepu produktywność wzrasta dzięki wprowadzeniu do pożywki prekursorów oraz kluczowych substancji w procesie biosyntezy: glicyny, treoniny, kwasu δ -aminolewulinowego, jonów kobaltu czy DMBI.

Inżynieria genetyczna

Francuski koncern Rhone-Poulenc Rhorer (RPR), wykorzystując metody inżynierii genetycznej wspomaganą przypadkową mutagenesą, zwiększył blisko 100-krotnie produktywność szczepu *P. denitrificans* [3]. Szczegółowo opisany w europejskim patencie 0516647B1 projekt polega m.in. na amplifikacji 8 genów *P. denitrificans* w operonie *cobF-cobM*. Zastosowanie wielokopijnych plazmidów pozwoliło na 30 % wzrost produkcji kobalaminy, a kolejne 20 % uzyskano dzięki zwiększeniu liczby kopii biosyntetycznych genów *cobA* oraz *cobE* [3, 4]. W celu wyeliminowania hamowania substratem metylotransferazy zaangażowanej w początkowe etapy biosyntezy, kodowanej przez gen *cobA*, naukowcy z RPR zasugerowali heterologiczną ekspresję genu *corA* z *Methanobacterium ivanovii* [3]. Istotny wzrost komórkowej syntezy DMBI – jednego z ligandów centralnego jonu kobaltu, często uzupełnianego w pożywce – uzyskano dzięki *trans*-ekspresji genu *bluB* z *Rhodobacter capsulatus* [4].

Synteza witamin w transgenicznym roślinach

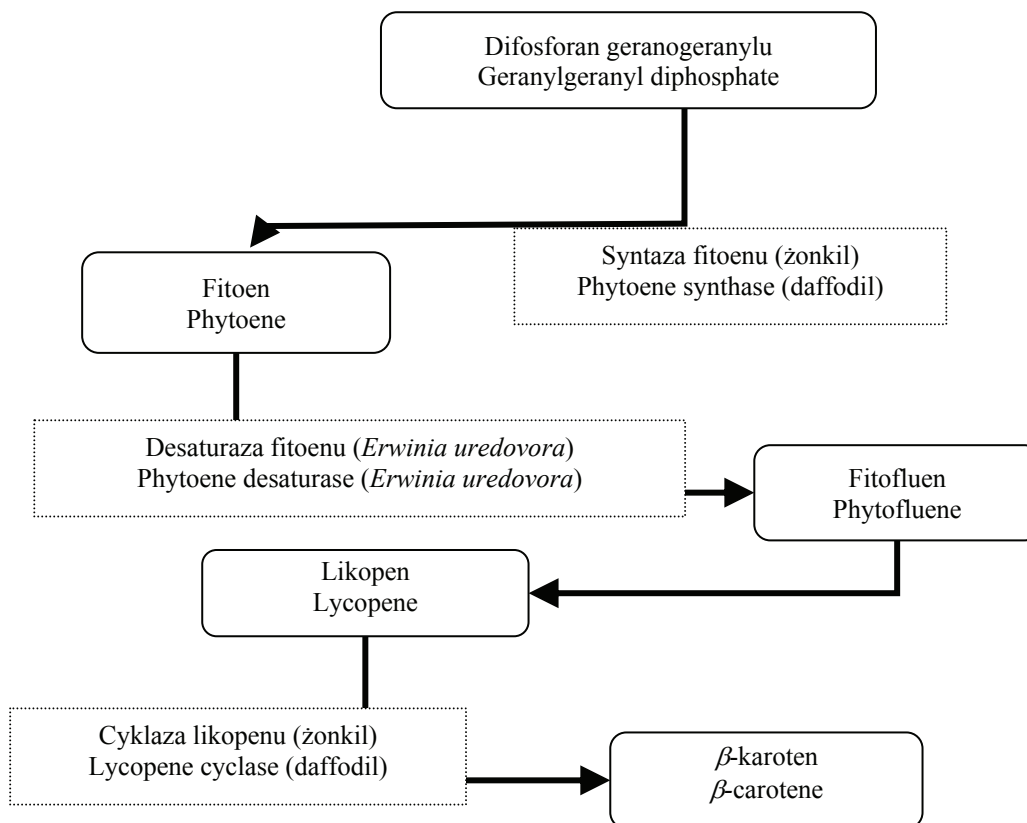
Witamina A oraz karotenoidy

Karotenoidy to grupa ponad 600 strukturalnie spokrewnionych związków obecnych głównie w roślinach, glonach, bakteriach i grzybach. Barwa karotenoidów, kluczowa rola w procesach widzenia oraz ich właściwości przeciwutleniające to główne czynniki wpływające na coraz szersze ich zastosowanie w produkcji żywności i produktów farmaceutycznych (produkcja szacowana w 2010 roku na 1 mld USD) [8]. Rosnące zapotrzebowanie na karotenoidy może być zaspokojone poprzez syntezę oczyszczonej formy witaminy A w przypadku aplikacji farmaceutycznych, ale obiecującą perspektywą jest zwiększenie koncentracji prowitaminy A w roślinach, stanowiących podstawowe źródło karotenoidów w diecie (np. owoce pomidora) czy wręcz inicjowanie biosyntezy tego związku (endosperma ryżu) [29]. Jednocześnie postępy w biotechnologii glonów stwarzają możliwości wykorzystania tych mikroorganizmów jako bioreaktorów do produkcji karotenoidów [8, 25].

Dobry przykład stanowi projekt zainicjowany w 1990 r. przez Potrykusa z Zurychu oraz Beyera z Freiburga, polegający na wprowadzeniu do endospermy ryżu (*Oryza sativa*) genów odpowiedzialnych za biosyntezę prowitaminy A z bakterii *Erwinia uredovora* oraz żonkila (*Narcissus pseudonarcissus*) (rys. 2) [2]. Modyfikacja polegała na heterologicznej ekspresji w tej tkance aktywności syntazy fitoenu, desaturazy fitoenu, desaturazy ζ -karotenu oraz cyklazy β -karotenu. Transgeniczny ryż o charakterystycznej żółtej barwie nasion zawierał od 1,6 - 2,0 μg β -karotenu na gram trawy, a w projekcie „Złoty Ryż 2” uzyskano nawet 23-krotny wzrost puli karotenoidów (37 $\mu\text{g/g}$) [22].

Druga strategia wzmocnienia produkcji witaminy A polega na modyfikacji szlaku karotenogenezy, w celu uzyskania optymalnej puli β -karotenu, wykazującego 100 % aktywności witaminy A. W trakcie deponowania likopenu w dojrzewającym pomidorze (*Lycopersicon esculentum*) głównym czynnikiem kontrolującym proces jest aktywność syntazy fitoenu i ten enzym jest jednym z kluczowych obiektów modyfikacji genetycznej w owocach pomidora. Ekspresja desaturazy fitoenu z *E. uredovora* pod kontrolą promotora 35S z wirusa mozaiki tytoniu CaMV (ang. cauliflower mosaic virus) wpłynęła na obniżenie całkowitej puli karotenoidów o 50 %, jednak poziom β -karotenu wzrósł niemal 3-krotnie z 270 do 520 $\mu\text{g/g}$ [27]. Natomiast w rzepaku (*Brassica napus*) ekspresja syntazy fitoenu z *E. uredovora* pod kontrolą macierzystego prekursora skutkowało 50-krotnym wzrostem całkowitej puli karotenoidów w homozygotycznych nasionach [31]. Wbrew oczekiwaniom badaczy, którzy zakładali zwiększenie zawartości luteiny, najwyższy poziom osiągnął β -karoten (400 $\mu\text{g/g}$ świeżej masy) oraz α -karoten (700 $\mu\text{g/g}$ świeżej masy). Inżynieria genetyczna szlaku karotenoidów stwarza potencjalne zagrożenia związane z deregulacją ścieżek metabolicznych odpowie-

działnych m.in. za syntezę fitohormonów. Rezultatem ekspresji genu syntazy fitoenu w transgenicznym pomidorze było obniżenie puli kwasu giberelinowego, który ma wspólny prekursor (pirofosforan geranogeranylu) z prowitaminą A, wskutek czego wyhodowane rośliny cechowała karłowatość [12].



Rys. 2. Inżynieria genetyczna szlaku biosyntezy β -karotenu w endospermie „Złotego ryżu”.

Fig. 2. Genetic engineering of pathway of β -carotene biosynthesis in ‘Golden rice’ endosperm.

Opracowanie własne na podstawie: [2, 22, 29].

The author’s own study based on: [2, 22, 29].

Witamina E

Naturalna witamina E obejmuje grupę 8 hydrofobowych pochodnych – tokoferoli – zbudowanych z podjednostki izoprenoidowej oraz pierścienia aromatycznego. Oprócz zasadniczej roli fizjologicznej, wynikającej m.in. z właściwości przeciwutleniających, witamina E jest stosowana w żywności jako substancja przeciwutleniająca

np. w produktach mięsnych, a także na coraz szerszą skalę w produktach farmaceutycznych i kosmetycznych. Zapotrzebowanie światowego rynku szacowane na ponad 1 mln USD jest pokrywane głównie poprzez produkcję syntetycznej witaminy E (85 - 88 %) i w nieznacznym stopniu (12 - 15 %) dzięki jej ekstrakcji z naturalnych źródeł [16]. Ścieżkę biosyntezy tokoferoli zidentyfikowano w badaniach na roślinach (rzodkiewnik *Arabidopsis thaliana*, soja, tytoń) oraz fostosyntetycznych bakteriach z rodzaju *Synechocystis* [9]. Zastosowanie inżynierii genetycznej w intensyfikacji produkcji witaminy E z naturalnych źródeł sprowadza się do dwóch strategii: (1) przekształcenia tokochromanoli w pochodną o najwyższej aktywności witaminy E lub (2) zwiększenia w próbach całkowitej puli tokoferoli [1, 26, 36]. Pierwsza metoda dotyczy głównie nasion, bowiem większość aktywnych fotosyntetycznie komórek roślinnych i bakteryjnych produkuje α -tokoferol. Transgeniczna ekspresja γ -metylotransferazy odpowiedzialnej za końcowe przekształcenie γ -tokoferolu do α -tokoferolu w nasionach *Arabidopsis* oraz rzepaku pozwoliła na zwiększenie puli tego ostatniego związku o 95 - 100 % [37]. Nasiona soi charakteryzuje złożone spektrum tokoferoli, obejmujące: α -tokoferol (10 - 20 %), β -tokoferol (2 - 5 %), γ -tokoferol (60 - 70 %) oraz δ -tokoferol (20 - 30 %). Ekspresja genu wspomianej metylotransferazy z *Arabidopsis* pozwoliła na całkowitą konwersję γ -tokoferolu do α -tokoferolu oraz równoczesne przekształcenie δ -tokoferolu do β -tokoferolu [37].

Alternatywna strategia produkcji witaminy E, polegająca na zwiększaniu akumulacji wszystkich tokoferoli, realizowana jest przy wykorzystaniu bakterii fotosyntetycznych z rodzaju *Synechocystis* oraz rzodkiewnika, tytoniu, rzepaku, kukurydzy czy nasion soi. Rezultaty tych badań wskazują na kluczową rolę fitylotransferazy kwasu homogentyzynowego, enzymu odpowiedzialnego za początkowe etapy biosyntezy, połączenie podjednostki izoprenoidowej oraz pierścienia aromatycznego. Ekspresja transgenicznej fitylotransferazy z *Arabidopsis thaliana* pozwoliła na 1,8-1,4-krotne zwiększenie zawartości tokoferoli w nasionach soi, a w przypadku liści rzodkiewnika dodatkowa stymulacja czynnikami środowiskowymi (promieniowanie słoneczne, składniki odżywcze) zapewniła 18-krotny wzrost poziomu witaminy E [7, 36].

Podsumowanie

Rosnące zapotrzebowanie na witaminy jeszcze do niedawna było zaspokajane głównie przez przemysłową, chemiczną syntezę tych substancji. Jednak wysokie koszty energii, znaczne zużycie agresywnych rozpuszczalników i problemy z utylizacją substancji odpadowych stanowiły impuls do opracowania biotechnologicznych metod produkcji. Ekspansja biotechnologii polega na zastępowaniu kolejnych etapów chemicznych poprzez mikrobiologiczne biotransformacje (witamina C), czy też na kompleksowej biosyntezie witamin przez wyselekcjonowane, zmutagenizowane lub gene-

tycznie zmodyfikowane szczepy drobnoustrojów (witamina B₁₂). Obiecującą perspektywę stanowi projektowanie metaboliczne, polegające na sterowaniu kluczowymi ścieżkami biosyntetycznymi prekursorów witamin w transgenicznym mikroorganizmach (witamina B₂).

Literatura

- [1] Ajjawi I., Shintani D.: Engineered plant with elevated vitamin E: a nutraceutical success story. *Trends Biotechnol.*, 2004, **22**, 104-107.
- [2] Beyer P., Al-Babili S., Ye X., Lucca P., Schaub P., Welsch R., Portykus I.: Introducing the β -carotene biosynthesis pathway into rice endosperm by genetic engineering to defeat vitamin A deficiency. *J. Nutr.*, 2002, **132**, 506S-510S.
- [3] Blanche F., Cameron B., Crouzet J., Debussche L., Levy-Schil S., Thibaut D.: Rhone-Poulenc Biochimie. Eur. Patent 1998, 0516647 B1.
- [4] Blanche F., Cameron B., Crouzet J., Debussche L., Thibaut D.: Rhone-Poulenc Rorer. World Patent 1997, 97/43421.
- [5] Bremus C., Herrmann U., Bringer-Meyer S., Sahn H.: The use of microorganisms in L-ascorbic acid production. *J. Biotechnol.*, 2006, **124**, 197-203.
- [6] Brzozowska A., Roszkowski W., Pietruszka B., Kałuża J.: Witaminy i składniki mineralne jako suplementy diety. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4 (45) Supl.**, 5-16.
- [7] Collakova E., DellaPenna D.: Homogentisate phytyltransferase activity is limiting for tocopherol biosynthesis in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.*, 2003, **131**, 632-642.
- [8] Del Campo J.A., Garcia-Gonzales M., Guerrero M.G.: Outdoor cultivation of microalgae for carotenoid production: current state and perspectives. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2007, **74**, 1163-74.
- [9] DellaPenna D.: A decade of progress in understanding vitamin E synthesis in plants. *J. Plant Physiol.*, 2005, **162**, 729-737.
- [10] Doncheck J.A., Huss R.J., Running J.A., Skatrud T.J.: L-ascorbic acid containing biomass of *Chlorella pyrenoidosa*. US Patent, 1996, 5,521,090.
- [11] Forster C., Santos M.A., Ruffert S., Kramer R., Revuelta J.L.: Physiological consequence of the disruption of the *VMAL* gene in the riboflavin overproducer *Ashbya gossypii*. *J. Biol. Chem.*, 1999, **274**, 9442-9448.
- [12] Fray R.G., Wallace A., Fraser P.D., Valero D., Hedden P., Bramley P.M., Grierson D.: Constitutive expression of a fruit phytoene synthase gene in transgenic tomatoes causes dwarfism by redirecting metabolites from the gibberellin pathway. *Plant J.*, 1995, **8**, 693-701.
- [13] Hancock R.D., Viola R.: Biotechnological approaches for L-ascorbic acid production. *Trends in Biotechnology*, 2002, **20**, 299-305.
- [14] Hancock R.D., Viola R.: The use of micro-organisms for L-ascorbic acid production: current status and future perspectives. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2001, **56**, 567-576.
- [15] Heefner D., Weaver C.A., Yarus M.J., Burdzinski L.A., Gyure D.C., Foster E.W.: Riboflavin producing strains of microorganisms, method for selecting, and method for fermentation. Patent WO 88/09822.
- [16] Herbers K.: Vitamin production in transgenic plants. *J. Plant. Physiol.*, 2003, **160**, 821-829.
- [17] Jimenez A., Santos M.A., Pompejus M., Revuelta J. L.: Metabolic engineering of the purine pathway for riboflavin production in *Ashbya gossypii*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2005, **71**, 5743-5751.

- [18] Kaesler B., Sahn H., Stahmann K.P., Schmidt G., Boededecker B., Seulberger H.: Riboflavin production process by means of microorganisms with modified isocitrate lyase activity, Patent WO 9703208-A, 1997.
- [19] Koizumi S., Yonetani Y., Maruyama A., Teshiba S.: Production of riboflavin by metabolically engineered *Corynebacterium ammoniagenes*. Appl. Microbiol. Biotechnol., 2000, **53**, 674-679.
- [20] Martens J.H., Barg H., Warren M.J., Jahn D.: Microbial production of vitamin B₁₂. Appl. Microbiol. Biotechnol., 2002, **58**, 275-285.
- [21] Monschau N., Sahn M., Stahmann K.P.: Threonine aldolase overexpression plus threonine supplementation enhanced riboflavin production in *Ashbya gossypii*. Appl. Environ. Microbiol., 1998, **64**, 4283-4290.
- [22] 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.
- [23] Perkins J.B., Sloma A., Hermann T., Theriault K., Zachgo E., Erdenberger T., Hannett N., Chatterjee N.P., Williams V., Rufo G.A., Hatch R., Pero J.: Genetic engineering of *Bacillus subtilis* for the commercial production of riboflavin. Ind. Microbiol. Biotechnol., 1999, **22**, 8-18.
- [24] Piao Y., Yamashita M., Kawaraichi N., Asegawa R., Ono H., Murooka Y.: Production of vitamin B₁₂ in genetically engineered *Propionibacterium freudenreichii*. J. Biosci. Bioengineering, 2004, **98**, 167-173.
- [25] Raja R., Hemaiswarya S., Rengasamy R.: Exploitation of *Dunaliella* for beta-carotene production. Appl. Microbiol. Biotechnol., 2007, **74**, 517-523.
- [26] Rocheford T.R., Wong J.C., Egesel C.O., Lambert R.J.: Enhancement of vitamin levels in corn. J. Am. College Nutr., 2002, **21**, 191S-198S.
- [27] Romer S., Fraser P.D., Kiano J.W., Shipton C.A., Misawa N., Schuch W., Bramley P.M.: Elevation of the provitamin A content of transgenic tomato plants. Nature Biotechnol., 2000, **18**, 666-669.
- [28] Saito Y., Ishii Y., Hayashi Y., Imao T., Akashi K., Yoshikawa Y., Noguchi S., Soeda M., Yoshida M., Niwa J., Hosoda K., Shimomura K.: cloning of genes coding for L-sorbose and L-sorbose dehydrogenase from *Gluconobacter oxydans* and microbial production of 2-keto-L-ascorbic acid in recombinant *G. oxydans* strain. Appl. Environ. Microbiol. 1997, **63**, 454-460.
- [29] Sandmann G.: Genetic manipulation of carotenoid biosynthesis: strategies problems and achievements. Trends Plant Sci., 2001, **6** (1), 14-17.
- [30] Sauer M., Branduardi P., Valli M., Porro D.: Production of L-ascorbic acid by metabolically engineered *Saccharomyces cerevisiae* and *Zygosaccharomyces bailii*. Appl. Environ. Microbiol., 2004, **70**, 6086-6091.
- [31] Shewmaker C.K., Sheehy J.A., Daley M., Colburn S., Ke D.Y.: Seed specific overexpression of phytoene synthase: increase in carotenoids and other metabolic effects. Plant J., 1999, **20**, 401-412.
- [32] Stahmann K.P., Revuelta J.L., Seulberger H.: Three biotechnical processes using *Ashbya gossypii*, *Candida famata* or *Bacillus subtilis* compete with chemical riboflavin production. B₁₂. Appl. Microbiol. Biotechnol., 2000, **53**, 509-516.
- [33] Steiner S., Philippsen P.: Sequence and promoter analysis of the highly expressed TEF gene of the filamentous fungus *Ashbya gossypii*. Mol. Gen. Genet., 1994, **242**, 263-297.
- [34] Sugisawa T., Miyazaki T., Hoshino T.: Microbial production of L-ascorbic acid production of 2-keto-L-gulonic acid from D-sorbitol, L-sorbose, L-gulose and L-sorbosone by *Ketogulonicigenium vulgare* DSM 4025. Biosci. Biotechnol. Biochem., 1990, **69**, 659-662.
- [35] Survase S.A., Ishwar B.B., Singhal R.S.: Biotechnological production of vitamins. Food Technol. Biotechnol., 2006, **44**, 381-396.
- [36] Valentin H.E., Qi Q.: Biotechnological production and application of vitamin E: current state and prospects. Appl. Microbiol. Biotechnol., 2005, **68**, 436-444.

- [37] 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 soil oil. *Plant Cell*, 2003, **15**, 3007-3019.
- [38] Zhang L., Wang Z., Xia Y., Kai G., Chen W., Tang K.: Metabolic engineering of plant L-ascorbic biosynthesis: recent trends and applications. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 2007, **27**, 173-182.

BIOTECHNOLOGICAL METHODS OF PRODUCING VITAMINS USING MICROORGANISMS

S u m m a r y

Vitamins are widely applied to produce food (including dietary supplements), pharmaceuticals, feed-stuffs, and, also, as components of cosmetics. On the industrial scale, the majority of vitamins are produced using methods of chemical synthesis or through the extraction of natural substances, but, in many cases, those processes consume high amounts of energy and generate high waste disposal and waste utilization costs. Those arguments were the spur for searching for options to replace syntheses with biotechnological processes beginning from the use of micro-organisms in the selected bio-transformations (vitamin C) to the complete microbiological synthesis with engineered strains, for example in the case of vitamin B12. An alternative is the production of raw materials of plants with an increased content of vitamins by the metabolic design of pathways of their biosynthesis, or using them as bio-reactors, the so called 'phytopharming' (vitamins A and E). This paper presents some selected aspects relating to the biotechnological production of vitamins and to the selection of transgenic organisms for their production.

Key words: vitamins, transgenic plants, metabolic design, phytopharming ☒

RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, PAULINA LISZKA,
MAGDALENA SURMA-ZADORA, PAWEŁ M. PISULEWSKI

WPLYW PROCESU TECHNOLOGICZNEGO NA ZAWARTOŚĆ KWASU FOLIOWEGO W PIECZYWIE

Streszczenie

W badaniach modelowych oznaczano zawartość kwasu foliowego na poszczególnych etapach produkcji pieczywa pszennego i żytniego, wypiekanego z mąki wzbogaconej kwasem foliowym w ilości 0,01 g/100 g mąki.

Wyekstrahowanie kwasu foliowego z analizowanych produktów przeprowadzono wg metody podanej przez Gujską i Kuncewicz z modyfikacją zgodnie z PN-EN 14131: 2003, stosując hydrolizę trójenzymatyczną (koniugaza, α -amylaza, proteza). Oznaczenia zawartości kwasu foliowego prowadzono metodą chromatografii cieczowej, wykorzystując wysokosprawy chromatograf cieczowy (La ChromElite, Hitachi) z detektorem UV/VIS. Stwierdzono, że technologiczny proces produkcji chleba wpływał na zmniejszenie zawartości dodanego kwasu foliowego. W przypadku chleba pszennego zawartość kwasu foliowego była w nim mniejsza o 35 % w stosunku do jego ilości w mące, natomiast w chlebie żytnim aż o 62 %. Uwzględniając aspekty bezpieczeństwa żywności, badania technologiczne powinny odzwierciedlać poziom rzeczywistego wzbogacenia produktów zbożowych w kwas foliowy.

Słowa kluczowe: pieczywo, kwas foliowy, wzbogacanie, proces technologiczny, HPLC

Wprowadzenie

Spośród witamin niezbędnych człowiekowi coraz większe zainteresowanie budzi kwas foliowy, należący do witamin z grupy B. Występuje on w wątrobie, drożdżach, surowych zielonych warzywach oraz strączkowych. Kwas foliowy jest witaminą wrażliwą na działanie różnych czynników, takich jak: temperatura, pH środowiska, promieniowanie UV czy obecność tlenu [12]. Problem właściwego spożycia kwasu foliowego należy zaliczyć do czołowych zagadnień w żywieniu, ponieważ jego niedobór jest jedną z najczęściej występujących awitaminoz [18]. Odpowiednia podaż folianów uwzględniana jest w prewencji i leczeniu m. in. wrodzonych wad cewy nerwowej

Dr inż. R. Bieżanowska-Kopeć, mgr inż. P. Liszka, prof. dr hab. P. M. Pisulewski, Katedra Żywienia Człowieka, dr M. Surma-Zadora, Małopolskie Centrum Monitoringu i Atestacji Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

u noworodków, chorób układu sercowo-naczyniowego, występowania zaburzeń o charakterze depresyjnym oraz anemii. Ponadto kwas foliowy odgrywa istotną rolę w zmniejszaniu podatności komórek na transformacje nowotworowe [3, 15, 19].

Ze względu na stwierdzone w badaniach populacyjnych, w tym również w Polsce [2], zbyt niskie spożycie folianów w diecie, w wielu krajach uznano za celowe wprowadzanie wzbogacania mąki pszennej w kwas foliowy [15]. W celu zredukowania powszechnego występowania wad cewy nerwowej na terenie Stanów Zjednoczonych, Food and Drug Administration wprowadziła w 1998 r. obowiązkowe wzbogacanie produktów zbożowych w kwas foliowy, w ilości 140 $\mu\text{g}/100$ g produktu [6]. Honein i wsp. [11] udowodnili, że w USA występowanie wad cewy nerwowej obniżyło się o blisko 19 % po wprowadzeniu dodatkowej ilości kwasu foliowego do pieczywa.

W krajach Unii Europejskiej wzbogacanie żywności jest regulowane rozporządzeniem 108/2008 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 stycznia 2008 r. [27]. W Polsce aktami regulującymi zasady dotyczące wzbogacania żywności jest ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia [28] oraz rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 grudnia 2002 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności i warunków ich stosowania [24]. Z uwagi na to, że w powyższym rozporządzeniu nie zostały określone poziomy zalecanego dziennego spożycia, dlatego wzbogacanie żywności reguluje dodatkowo rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 października 2007 r. w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego [25] oraz rozporządzenie z dnia 14 listopada 2008 r. zmieniające powyższe rozporządzenie [26]. W polskich i unijnych regulacjach prawnych nie ma określonych dopuszczalnych zakresów wahań między wartością deklarowaną na etykietach produktów, a zawartością rzeczywistą składników odżywczych dodawanych do żywności. Uregulowanie to wymaga uwzględnienia różnorodności produktów wynikających z odmiennego charakteru surowców, strat witamin podczas procesów produkcji oraz przechowywania. Należy również uwzględnić różną stabilność dodawanych składników odżywczych. Biorąc pod uwagę te wszystkie aspekty producenci żywności często stosują wysokie tzw. naddatki technologiczne, aby wartość rzeczywista nie była niższa od wartości deklarowanej, zwłaszcza pod koniec procesu przechowywania. Dobra praktyka produkcyjna wskazuje, że wielkość naddatków nie powinna przekraczać 20 %, chyba że dodany składnik jest stosunkowo labilny. W Polsce wzbogacanie żywności kwasem foliowym, jak dotąd, nie jest obowiązkowe. Pieczywo otrzymywane zarówno z mąki pszennej, jak i żytniej może być potencjalnym produktem przyszłej fortyfikacji kwasem foliowym [9].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu procesu technologicznego (mieszania, fermentacji I, fermentacji II, wypieku) na zawartość kwasu foliowego w pieczywie wypiekany z mąki pszennej i żytniej wzbogaconej w kwas foliowy.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były: mąka pszenna handlowa typu 550 i mąka żytnia handlowa typu 2000 (PZZ Kraków), wzbogacone w kwas foliowy (pteroilomonoglutaminowy), półprodukty piekarskie pobierane z poszczególnych etapów procesu produkcji pieczywa (mieszenie, I fermentacja, II fermentacja) oraz produkty końcowe: chleb pszenny i żytni. Do mąki użytej do wypieku pieczywa pszenne i żytnie dodawano kwas foliowy w ilości 0,01 g/100 g mąki. Przedstawione badania są badaniami modelowymi, a zaproponowany poziom kwasu foliowego miał na celu wstępną ocenę zmian zawartości tego składnika podczas procesu technologicznego, uwzględniając jego labilność.

Wypiek pieczywa przeprowadzono dwukrotnie, przygotowując ciasto powszechnie stosowaną metodą bezpośrednią w Katedrze Technologii Węglowodanów Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Ciasto na chleb pszenny i żytni sporządzano według receptur podanych w tab. 1.

Tabela 1

Receptura ciasta.
Dough recipe.

Składniki Ingredients	Chleb pszenny Wheat bread [g]	Chleb żytni Rye bread [g]
Mąka pszenna / Wheat flour	100	10
Mąka żytnia / Rye flour	-	90
Drożdże <i>Saccharomyces cerevisiae</i>		
Baker's yeast <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	3	3
Sól / Sodium chloride	2	3
Naturalny kwas żytni Bionat		
Natural sourdough produced by a 'Bionat	-	8
Woda / Water	63	76
Kwas foliowy / Folic acid	0,01	0,01

Ciasto sporządzano w szybkoobrotowej miazarce laboratoryjnej firmy Diosna. W tab. 2. przedstawiono parametry procesu przygotowania ciasta i wypieku pieczywa.

Wilgotność mąki oznaczano zgodnie z PN-91/A-74010 [20], półproduktów piekarskich wg PN-92/A-74100 [21] a miękiszu chleba wg PN-96/A-74108 [22].

Tabela 2

Parametry procesu przygotowania ciasta i wypieku pieczywa.
Process parameters of preparing dough and baking the bread products.

Rodzaj pieczywa Kind of bread	Mieszanie Mixing	Fermentacja ciasta (Fermentacja I) Dough fermentation (Fermentation I) (40 °C, 80 %)	Formowanie kęsów Forming bites	Fermentacja kęsów (Fermentacja II) Fermentation of bites (Fermentation II) (40 °C, 80 %)	Wypiek Baking (230 °C)
Pszenne Wheat	3 min przy wolnych obrotach mieszadła; 9 min przy szybkich obrotach mieszadła	15 min	Masa kęsa Weight of bites 250 g	45 min	25 min
Żytnie Rye	3 min with slow turn mixing; 9 min with fast turn mixing	90 min		60 min	

Wyodrębnienie kwasu foliowego z analizowanych produktów przeprowadzono wg metody podanej przez Gujską i Kunczewicz [10] z modyfikacją zgodnie z PN/EN 14131:2003 [23], stosując hydrolizę trójenzymatyczną. Oznaczenie przebiegało w taki sposób, ażeby uchronić materiał badawczy przed promieniowaniem świetlnym. Odważano po 2,5 g badanego materiału, dodawano po 20 cm³ buforu fosforanowego o pH 6,1 i homogenizowano (30 s, 13500 obr./min) przy użyciu homogenizatora Ultra Turrax T-25, z elementem dyspergującym S 25-18 G. Element dyspergujący przepłukiwano 5 cm³ buforu. Zhomogenizowane próbki wysycano azotem, poddawano gotowaniu (10 min), schładzano lodem i ponownie homogenizowano przy tych samych parametrach. Zhomogenizowane próbki poddawano działaniu enzymów: 1 cm³ α -amylazy i 0,5 cm³ koniugazy, wysycano azotem i inkubowano (37 °C, 4 h), następnie gotowano (5 min) i schładzano lodem. Próbki zadawano kolejnym enzymem – proteazą (2 cm³), wysycano azotem i inkubowano (37 °C, 1 h), następnie gotowano (5 min) i schładzano lodem. Próbki umieszczano w wirówce typu High Speed Brushless Centrifuge MPW-350R, wirowano (6800 obr./min, 4 °C, 15 min). Mierzono objętości supernatantów i przesączano (sączki - Filtrak, typ 289, fi=110 mm). Do probówek pobierano po 1 cm³ przesączu i odwirowywano (18000 obr./min, 4 °C, 15 min). Otrzymane supernatanty przechowywano w temp. -80 °C do momentu przeprowadzenia analizy HPLC.

Próbki poddawano analizie chromatograficznej metodą chromatografii cieczowej, stosując wysokosprawy chromatograf cieczowy (La ChromElite, Hitachi) z detekto-

rem UV/VIS. Rozdział prowadzono w kolumnie LichroCART 250-4 Lichrosphere 100 RP-18 (5 μm) w temp. 22 °C. Jako eluentów używano bufor fosforanowy o pH 5,2 (faza A) i acetonitryl (faza B), przy przepływie 1 cm^3/min . Rejestrację prowadzono przy długości fali $\lambda = 290 \text{ nm}$. Zastosowano następującą elucję: 0 min (100 % bufor), 0 - 10 min gradient do 90 % bufor, 10 - 17 min izokretycznie 90 % bufor, w 18 min 100 % bufor, 18 - 25 min 100 % bufor.

Kwas foliowy identyfikowano na podstawie porównania czasów retencji badanych próbek i wzorca kwasu foliowego ($\text{C}_{19}\text{H}_{19}\text{N}_7\text{O}_6$). Analizę ilościową wykonywano metodą wzorca zewnętrznego. Roztwór wzorcowy trzykrotnie poddawano analizie chromatograficznej HPLC–UV/VIS. Krzywą kalibracyjną, opisaną równaniem $y = 4,29 \cdot 10^{-6}x$, sporządzono w zakresie stężeń 1 - 50 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$.

Uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji, przy użyciu programu Statistica 6.0. Istotność różnic pomiędzy zawartością kwasu foliowego w poszczególnych etapach procesu technologicznego oceniano przy użyciu testu Dunкана, na poziomie $P = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Witaminy są najbardziej wrażliwymi składnikami żywności. Procesy technologiczne produkcji żywności powodują występowanie ich strat. Znaczne straty folianów, tj. sięgające 50 - 90 % ich zawartości początkowej, występują w czasie gotowania, przetwarzania i przechowywania żywności [7].

Na zawartość witamin w pieczywie może wpływać wiele czynników: rodzaj mąki oraz innych składników ciasta użytych do wypieku, procesy fermentacji, a także czas i temperatura wypieku. W pieczywie stwierdzono mniejszą zawartość kwasu foliowego, w porównaniu z ilością dodaną, co wiąże się ze stratami technologicznymi oraz wpływem wysokiej temp., promieniowania świetlnego i tlenu. W procesach przemysłowego przetwarzania zbóż występują straty związane z przemiałem ziarna na mąkę. Jak podaje Kunachowicz i wsp. [16], zawartość kwasu foliowego w ziarnie pszenicy wynosi 145 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$, mąka pszenna typu 1850 zawiera 109 μg folianów/100 g, ale typ 500 zawiera już tylko 54 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ produktu. W chlebie pszennym stwierdza się zaledwie 30,7 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ produktu. W ziarnie żyta poziom folianów wynosi 113 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$, w mące z pełnego przemiału (typu 2000) 82 μg folianów/ 100g i 23 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ w żytniej jasnej (typu 580). Pieczywo żytnie jasne zawiera tylko 11 μg folianów/100 g produktu.

Proces wypieku chleba działa niszcząco na witaminy, w większym stopniu na powierzchni bochenka chleba (temp. ok. 200 °C), a w mniejszym w środku bochenka, gdzie temp. wynosi ok. 80 - 90 °C [17].

W tab. 3. zestawiono zawartość kwasu foliowego oznaczoną na poszczególnych etapach produkcji pieczywa pszennego.

Tabela 3

Zawartość kwasu foliowego na poszczególnych etapach produkcji pieczywa pszennego.
Folic acid content in individual stages of producing wheat bread.

Etapy produkcji Stages of production	Zawartość kwasu foliowego [mg/ 100 g s.m. produktu] Folic acid content [mg/ 100 g dry basis product]
Mąka pszenna + kwas foliowy Wheat flour + folic acid	11,370 ± 0,05 ^c
Mieszenie Mixing	7,853 ± 0,44 ^b
Fermentacja I Fermentation I	7,560 ± 0,08 ^{ab}
Fermentacja II Fermentation II	7,475 ± 0,10 ^a
Wypiek Baking	7,354 ± 0,06 ^a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

± SEM – błąd odchylenia standardowego / standard deviation error;

a, b, c – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P < 0,05$ /mean values in the columns and denoted by different letters differ significantly at $P < 0.05$.

W mące pszennej zawartość kwasu foliowego była istotnie większa ($P < 0,05$) w porównaniu z jego ilością na poszczególnych etapach produkcji chleba (tab. 3). Istotne różnice ($P < 0,05$) wykazano ponadto pomiędzy mieszeniem a II fermentacją oraz mieszeniem a wypiekiem.

Po mieszeniu zawartość kwasu foliowego była istotnie mniejsza ($P < 0,05$) w porównaniu z wartością początkową, co mogło być spowodowane stratami technologicznymi podczas mieszenia. Ponadto należy wziąć pod uwagę ubytek tej witaminy pod wpływem działania światła oraz tlenu. Procesy fermentacyjne wpłynęły nieznacznie na zmniejszenie zawartości kwasu foliowego w stosunku do mieszenia. Ubytek witaminy wynosił po I i II fermentacji odpowiednio 3,7 % oraz 4,8 %. Gujska i Majewska [9] nie stwierdziły strat kwasu foliowego podczas fermentacji, co mogło być związane z innymi parametrami procesu technologicznego. Ponadto przy mniejszym dodatku kwasu foliowego jego straty mogą być wyrównane w czasie fermentacji. Drożdże *Saccharomyces cerevisiae* mogą podczas wzrostu syntetyzować foliany. Po wypieku stwierdzono mniejszą zawartość kwasu foliowego w pieczywie o 1,6 % w porównaniu z fermentacją II, natomiast w stosunku do ilości kwasu foliowego dodanego do mąki, strata ta wynosiła 35,3 %. W badaniach Gujskiej i Majewskiej [9] za-

wartość kwasu foliowego w chlebie pszennym była mniejsza o 19 % w porównaniu z wartością wyjściową w mące.

W tab. 4. zestawiono zawartość kwasu foliowego oznaczoną na poszczególnych etapach produkcji pieczywa żytniego.

T a b e l a 4

Zawartość kwasu foliowego na poszczególnych etapach produkcji pieczywa żytniego.

Folic acid content in individual stages of producing rye bread.

Etapy produkcji Stages of production	Zawartość kwasu foliowego [mg/100 g s.m. produktu] Folic acid content [mg/ 100g dry basis product]
Mąka żytnia (90 %) i pszenna (10 %) + kwas foliowy Rye flour (90 %) and wheat flour (10 %) + folic acid	11,227 ± 0,04 ^c
Mieszenie Mixing	4,548 ± 0,08 ^{ab}
Fermentacja I Fermentation I	4,811 ± 0,38 ^b
Fermentacja II Fermentation II	4,486 ± 0,39 ^{ab}
Wypiek Baking	4,264 ± 0,15 ^a

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

W mące przeznaczonej do wypieku pieczywa żytniego zawartość kwasu foliowego była istotnie większa ($P < 0,05$) w porównaniu z półproduktami wytworzonymi na poszczególnych etapach procesu produkcji chleba (tab. 4). Istotnie mniejszą ($P < 0,05$) zawartość tego składnika wykazano pomiędzy procesem I fermentacji a wypiekiem. W pozostałych etapach produkcji (mieszenie, fermentacja II) nie wykazano statystycznie istotnych różnic ($P > 0,05$).

Po mieszeniu zawartość kwasu foliowego była istotnie mniejsza ($P < 0,05$) w porównaniu z jego zawartością w mące, co mogło być spowodowane stratami technologicznymi podczas mieszenia. Ponadto należy wziąć pod uwagę ubytek tej witaminy pod wpływem działania promieniowania świetlnego oraz tlenu. Po I fermentacji nastąpił nieznaczny wzrost kwasu foliowego (około 6 %) w porównaniu z jego ilością po mieszeniu, co mogło być spowodowane obecnością drożdży, które syntetyzują kwas foliowy. Pieczywo żytnie w odróżnieniu od pszennej wytwarzane było z dodatkiem naturalnego kwasu żytniego, a proces fermentacji trwał dłużej. Wg Eskesa [4] procesy fermentacji mogą wpływać na wzrost zawartości folianów poprzez rozwój drożdży,

które są ich bogatym źródłem. Arcot i wsp. [1] stwierdzili wzrost zawartości folianów w cieście po fermentacji, chociaż ich poziom po wypieku był mniejszy o około jedną trzecią. Kariluoto i wsp. [14] dowiedli, że drożdże piekarskie *Saccharomyces cerevisiae* przyczyniają się wyraźnie do końcowej zawartości folianów w pieczywie pszenym, jak i żytnim. Jednakże uzależnione jest to od ilości drożdży oraz ich zdolności do syntetyzowania kwasu foliowego podczas procesów przetwarzania. Po II fermentacji zawartość kwasu foliowego zmniejszyła się o około 3 % w stosunku do I fermentacji. Po wypieku jego koncentracja zmniejszyła się o 4,9 % w porównaniu z fermentacją II. W badaniach Gujskiej i Majewskiej [9] zawartość kwasu foliowego w pieczywie żytnim była mniejsza o 9,4 % w stosunku do ciasta podczas fermentacji. Odnosząc zawartość kwasu foliowego w chlebie do jego ilości wyjściowej w mące, straty te wynosiły 62 %. W pracy Gujskiej i Majewskiej [9] zawartość kwasu foliowego w pieczywie była mniejsza w odniesieniu do mąki o około 21 %. Wyniki innych autorów [8] wskazują, że w chlebie wypieczonym ze wzbogacanej mąki zawartość kwasu foliowego zostaje zachowana na poziomie od 61 do 100 %. Przeciętnie straty kwasu foliowego w chlebie wzbogacanym w tę witaminę, według danych literaturowych, wynoszą 25 %, ale mogą dochodzić nawet do 40 % [5]. Różnice pomiędzy uzyskanymi wynikami a danymi innych autorów mogą zależeć od kilku czynników, m.in. od rodzaju zastosowanego do ekstrakcji buforu. Gujska i Majewska [9] stosowały bufor Hapes/Ches o pH 7,85, a w niniejszej pracy zastosowano bufor fosforanowy o pH 6,1. Inna była także ilość dodanego do mąki kwasu foliowego. Duży wpływ na różnice wyników może mieć również rodzaj mąki i użytych drożdży.

Po wypieku zawartość folianów w chlebie pszenym wynosiła 7354 μg w 100 g s.m. pieczywa, natomiast w chlebie żytnim 4264 μg w 100 g s.m. W przeliczeniu na 100 g świeżego pieczywa pszenego i żytniego zawartość tej witaminy stanowiła odpowiednio 5186 i 2950 μg . Mając na uwadze, że poziom zalecanego spożycia (RDA) kwasu foliowego dla kobiet i mężczyzn powyżej 19. roku życia wynosi 400 μg [13], to stopień realizacji spożycia na powyższą witaminę byłby znacznie przekroczony. W związku z powyższym w kolejnych badaniach należy uwzględnić dużo mniejszy naddatek technologiczny, zgodnie z dobrą praktyką produkcyjną.

Wnioski

1. Proces technologiczny produkcji pieczywa wpływa na obniżenie zawartości kwasu foliowego dodanego do mąki.
2. W chlebie pszenym zawartość kwasu foliowego była mniejsza w odniesieniu do wartości wyjściowej o 35 %, a w chlebie żytnim o 62 %.
3. Uwzględniając aspekty bezpieczeństwa żywności, badania technologiczne powinny odzwierciedlać poziom rzeczywistego wzbogacenia produktów zbożowych w kwas foliowy.

Literatura

- [1] Arcot J., Wootton M., Alury S., Chan H.Y., Shrestha A.K.: Folate levels in twelve Australian wheats and changes during processing into bread. *Food Australia*, 2002, **54**, 18-20.
- [2] Biezanowska-Kopeć R., Leszczyńska T., Pisulewski P.M.: Oszacowanie zawartości folianów i innych witamin z grupy B w dietach młodych kobiet (20-25 lat) z województwa małopolskiego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **6 (55)**, 352-358.
- [3] Das U.N.: Folic acid says NO to vascular diseases. *Nutrition*, 2003, **19**, 686-692.
- [4] Eskes T.K.A.B.: Open or closed? A world of difference: a history of homocysteine research. *Nutrition Reviews*, 1998, **56 (8)**, 236-244.
- [5] Final Assessment Report, Proposal P295: Consideration of Mandatory Fortification with folic acid. Food Standards, Australia, New Zealand 2006.
- [6] Food and Drug Administration. Food standards: amendment of standards of identity for enriched grain products to require addition of folic acid. *Fed Regist.*, 1996, **61**, 8781-8797.
- [7] Food Standards Australian New Zealand, Te Mane Kouna Kai – Ahiteria me Aotearoa. Final Assessment Report Proposal P295. Consideration of Mandatory Fortification with Folic Acid. Attachments, 2006, 8,9,10,12.
- [8] Gregory III J. F.: Dietary folate in a changing environment: bioavailability, fortification, and requirements. *J. Food Sci.*, 2004, **69 (1)**, SNQ59- SNQ61.
- [9] Gujska E., Majewska K.: Effect of baking process on added folic acid and endogenous folates stability in wheat and rye breads. *Plant Food for Human Nutrition*, 2005, **60**, 37-42.
- [10] Gujska E., Kuncewicz A.: Determination of folate in some cereals and commercial cereal-grain products consumed in Poland using trienzyme extraction and high-performance liquid chromatography methods. *Eur. Food Res. Technol.*, 2005, **221**, 208-213.
- [11] Honein M.A., Paulozzi L.J., Mathews T.J., Erickson J.D., Wong L.-Y.C.: Impact of folic acid fortification of the US food supply on the occurrence of neural tube defects. *JAMA*, 2001, **285**, 2981-2986.
- [12] Jantarska D., Ratkowska B., Kunachowicz H.: Wzbogacanie żywności – wartości deklarowane a rzeczywiste. *Przem. Spoż.*, 2007, **1**, 24-26.
- [13] Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B (red): Normy żywienia człowieka. PZWŁ, Warszawa 2008.
- [14] Kariluoto S., Vahteristo L., Salovaara H., Katina K. H., Liukkonen K., Piironen V.: Effect of baking method and fermentation on folate content of rye and wheat breads. *Cereal Chemistry*, 2004, **81**, 134-139.
- [15] Kunachowicz H., Nadolna I., Wojtasik A., Przygoda B.: *Żywność wzbogacana a zdrowie*. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2004.
- [16] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2005.
- [17] Mielcarz M.: *Pieczywo źródłem witamin*. Cz. II. Cukiernictwo i Piekarstwo, 2007, **1-2**, 57-60.
- [18] Moszczyński P., Pyć R.: *Biochemia witamin*. Cz. I Witaminy grupy B i koenzymy. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, Łódź 1998.
- [19] Pietrzyk K., Bronstrup A.: Folate in preventive medicine: A new role in cardiovascular disease, neural tube defects and cancer. *Ann. Nutr. Metab.*, 1997, **41(6)**, 331-343.
- [20] PN-A-74010:1991. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie wilgotności.
- [21] PN-A-74100:1992. Półprodukty piekarskie. Metody badań.
- [22] PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- [23] PN-EN 14131:2003. Artykuły żywnościowe – oznaczanie kwasu foliowego metoda mikrobiologiczną.

- [24] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 grudnia 2002 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności i warunków ich stosowania. Dz. U. 2003 r., nr 27, poz. 237.
- [25] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 października 2007 r. w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Dz. U. 2007 r., nr 209, poz. 1518.
- [26] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 14 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Dz. U. 2008 r., nr 208, poz. 1313.
- [27] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 108/2008 z dnia 15 stycznia 2008r w sprawie dodawania do żywności witamin i składników mineralnych oraz niektórych innych substancji. Dz. U. UE L 39 z 13.2.2008, 11.
- [28] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. Dz. U. nr 171, poz. 1225, z późn. zm.

EFFECT OF TECHNOLOGICAL PROCESS ON THE CONTENT OF FOLIC ACID IN BREAD

S u m m a r y

Under the model investigations as presented herein, the content of folic acid was determined in individual stages of the technological process of producing wheat and rye bread from the flour fortified with 0.01g/100 g of folic acid.

The extraction of folic acid from the products analyzed was performed according to a method described by Gujska and Kuncewicz and modified pursuant to the Polish Standard PN/EN 14131:2003; a process of tri-enzyme hydrolysis (conjugase, α -amylase, protease) was applied in the extraction. The determination of the folic acid content was carried out by a liquid chromatography method using a high performance chromatograph (La ChromElite, Hitachi) with a UV/VIS detector.

It was found that the technological process of producing wheat and rye bread caused the content of the added folic acid to decrease. As for the wheat bread, the content of folic acid in the final product was by 35 % lower compared to its amount in the flour, and as for the rye bread - by as much as 62 %. The food safety aspects were taken into consideration since the technological investigations should reflect the real level of fortifying cereal products with folic acid.

Key words: folic acid, fortification, bread, technological process, HPLC ☒

IRENA PERUCKA, MAŁGORZATA MATERSKA, LUIZA JACHACZ

OCENA JAKOŚCI PREPARATÓW OTRZYMANÝCH Z WYSUSZONYCH OWOCÓW PAPRYKI (*CAPSICUM ANNUUM* L.)

Streszczenie

W ostatnich latach, obok przypraw w formie suszu, istotne znaczenie w przemyśle spożywczym zaczęły odgrywać ekstrakty płynne. Bazują one na olejkach eterycznych i wiążą się z tkanką tłuszczową natychmiast po dodaniu do mięsa i jego produktów. Wyniki badań własnych jakości ekstraktów otrzymanych z liofilizatów owoców papryki w różnych warunkach ciśnienia i temperatury wykazały, że są cennym źródłem składników o właściwościach antyoksydacyjnych. Celem pracy była ocena jakości preparatów otrzymanych z wysuszonych owoców papryki pod względem zawartości substancji przeciwutleniających: tokoferoli, witaminy C i β -karotenu. Materiał badawczy stanowiły dojrzałe owoce dwóch odmian papryki: słodkiej „King Artur” oraz ostrej odmiany Capel Hot. Z wysuszonych owoców przygotowano ekstrakty etanolowe, które następnie zatężano w wyparce próżniowej w dwóch różnych warunkach: temp. 26 °C, ciśnienie 70 mbar oraz 40 °C i ciśnienie 115 mbar. W uzyskanych ekstraktach oznaczono zawartość tokoferoli, witaminy C i β -karotenu. Stwierdzono, że preparaty otrzymane z wysuszonych owoców papryki były dobrym źródłem związków biologicznie aktywnych. Poziom związków o właściwościach przeciwutleniających w badanych preparatach zależał od odmiany i warunków, w których zostały otrzymane. Wyższą zawartością witaminy E i β -karotenu charakteryzowały się preparaty otrzymane w niższej temperaturze z owoców papryki odmiany półostrej Capel Hot.

Słowa kluczowe: papryka, suszenie, ekstrakcja, ekstrakty płynne, substancje przeciwutleniające

Wprowadzenie

Papryka, zwana inaczej pieprzowcem rocznym (*Capsicum annuum* L.) jest warzywem cenionym przez konsumentów ze względu na wysoką wartość biologiczną i specyficzny smak. Jest ona ważnym źródłem witaminy C, E i prowitaminy A, ponadto zawiera witaminy z grupy B, szczególnie B₁ i B₂ oraz PP, białko, kwasy organiczne i znaczną ilość cukrów [3, 6]. Pod względem użytkowym i smakowym paprykę można podzielić na słodką i ostrą. Owoce papryki ostrej w porównaniu ze słodką odznaczają się mniejszą masą jednostkową i charakteryzują się specyficzną dla nich grupą zwią-

ków kapsaicynoidów, które nadają papryce ostry smak. Jej owoce cenione są przede wszystkim ze względu na właściwości przyprawowe i lecznicze. Sproszkowana papryka stosowana jest do barwienia mieszanek przyprawowych (np. chili), zup, wyrobów wędliniarskich oraz do produktów ekstrudowanych. Poprawia smak potraw, stanowi cenny składnik zdrowej diety. Ekstrakty z papryki stosuje się do produktów wymagających jednorodnego zabarwienia, np. do sosów sałatkowych [1, 2, 8].

Owoce i nasiona papryki są cennym surowcem w przemyśle przetwórczym i farmaceutycznym. Wchodzą w skład wielu leków homeopatycznych. Owoce papryki ostrej oddziałują bezpośrednio na przewód pokarmowy i organy wewnętrzne, tzn. spełniają funkcję nutraceutyków [12].

Papryka jest warzywem szczególnie bogatym w organiczne mikroskładniki o właściwościach antyoksydacyjnych, które mają prozdrowotny wpływ na organizm człowieka. Obok witamin A, C i E zawierają polifenole (w tym kwasy fenolowe, flawonoidy wraz z antocyjanami), którym przypisuje się właściwości przeciwrakowe [4, 7, 12, 13, 14, 15].

W Polsce spożycie roczne papryki wynosi około 0,9 kg na mieszkańca. W ostatnim okresie pojawiła się potrzeba obecności na rynku większej oferty produktów, wytwarzanych łatwiej i pewniej, które cechuje długa przydatność do spożycia w różnych warunkach przechowywania. Ekstrakty przypraw w płynie zaczynają odgrywać istotne znaczenie. Płynne preparaty bazują na olejkach eterycznych i wiążą się z tkanką tłuszczową natychmiast po dodaniu do mięsa. Preparaty z papryki (a także innych mieszanek przyprawowych) stosowane są do przedłużania trwałości produktów końcowych (mięśnych dań gotowych, zarówno chłodzonych, jak i mrożonych). Wyniki badań własnych jakości ekstraktów otrzymanych z liofilizatów owoców papryki w różnych warunkach ciśnienia i temperatury wykazały, że są cennym źródłem składników o właściwościach antyoksydacyjnych [13].

Celem obecnej pracy była ocena jakości preparatów otrzymanych z wysuszonych owoców papryki pod względem zawartości substancji przeciwutleniających: tokoferoli, witaminy C i β -karotenu.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były dojrzałe owoce papryki dwóch odmian: słodkiej King Arthur i półostrej Capel Hot. Papryka pochodziła z uprawy prowadzonej w 2006 roku w Gospodarstwie Specjalistycznym w Mosznej koło Nałęczowa. Owoce zostały zebrane w fazie pełnej dojrzałości w drugiej dekadzie września. Do badań wzięto część konsumpcyjną owoców – owocnie.

Jakość surowca oceniano pod względem zawartości suchej masy, witaminy C, β -karotenu i ksantofili. Zawartość suchej masy oznaczano metodą suszarkową. Do określenia zawartości witaminy C zastosowano metodę Tillmansa wg PN-A-04019

[16]. Jej poziom wyznaczano na podstawie krzywej wzorcowej, sporządzonej z roztworów wzorcowych kwasu L-askorbinowego o różnych stężeniach.

Oznaczanie zawartości β -karotenu i ksantofili w świeżych owocach papryki i preparatach wykonywano zgodnie z metodą opisaną przez Perucką i Materską [14].

Preparaty przygotowano z suszu otrzymanego przez wysuszenie owocni papryki w temp. 30 °C metodą konwekcyjną. Odważki rozdrobnionego suchego materiału (5 g) homogenizowano w 96 % alkoholu etylowym, w stosunku masy surowca do rozpuszczalnika 1:30, za pomocą „Heidolph DIAX 900”, przez 20 min. Uzyskane ekstrakty zateżano w wyparce próżniowej obrotowej do uzyskania oleistej pozostałości. Zateżanie prowadzono w dwóch różnych warunkach: temp. 26 °C i ciśnienie 70 mbar oraz 40 °C i ciśnienie 115 mbar. Po zateżaniu ekstrakty przenoszono ilościowo alkoholem etylowym do kolb miarowych o objętości 10 cm³.

W przygotowanych ekstraktach oznaczano zawartość tokoferoli, witaminy C i β -karotenu oraz tokoferoli.

Izolację tokoferoli z ekstraktów eterowych otrzymanych z preparatów owoców papryki prowadzono w kolumnie chromatograficznej wypełnionej żelem krzemionkowym (Merck). Fazą ruchomą był roztwór n-heksanu i acetonu (4:1) [13]. Po zateżeniu eluentu, oznaczenie ilościowe tokoferoli prowadzono zmodyfikowaną metodą podaną przez Müller-Mulota [10]. Modyfikacja polegała na wykorzystaniu α -dipirydylu i chlorku żelaza III do uzyskania trwałego kompleksu z tokoferolami. Absorbancję mierzono za pomocą spektrofotometru UV-Vis firmy Shimadzu, przy długości fali 525 nm [15].

Oznaczenie zawartości witaminy C, wyrażonej poziomem kwasu L-askorbinowego, prowadzono metodą Roe [17], natomiast badania poziomu β -karotenu w preparatach otrzymanych z owoców papryki wykonywano zgodnie z metodą zastosowaną do oznaczania tego składnika w świeżych owocach.

Wszystkie analizy wykonano w 2 - 4 powtórzeniach. Do oceny istotności różnic między wartościami średnimi zastosowano wielokrotny test Tuckey'a, przyjmując 5 % prawdopodobieństwo błędu. Na podstawie tego testu wydzielono grupy średnich różniące się statystycznie istotnie między sobą oraz oznaczono wartości najmniejszej istotnej różnicy (NIR).

Wyniki i dyskusja

Świeże owoce papryki są cennym źródłem witaminy C oraz β -karotenu i ksantofili (tab. 1).

Poziom suchej masy w odmianie słodkiej i półostrej był podobny, ale różny pod względem statystycznym, wyższą zawartością suchej masy charakteryzowała się odmiana słodka papryki. Analiza wyników oceny jakości owocni papryki pod względem witaminowym wykazała również istotne pod względem statystycznym różnice zawar-

tości witaminy C w obu badanych odmianach papryki (tab. 1). Jej zawartość w świeżych owocach papryki wynosiła około 130 mg/100 g św.m. w odmianie słodkiej – King Artur i 120,5 mg/100g św.m. w odmianie półostrej – Capel Hot. Są to wartości niższe niż podane przez Perucką i Materską [14], które stwierdziły, że w owocach papryki ostrej (Bronowicka Ostra, Cyklon, Tajfun i Tornado) znajdowało się średnio 225 mg/100 św.m. Ta rozbieżność wyników jest spowodowana różnicami odmianowymi.

Tabela 1

Charakterystyka świeżych owoców papryki pod względem zawartości witamin [mg/100 g św.m.].
Profile of fresh fruits as regards the content of vitamins [mg/100 g f.m.].

Odmiana Variety	Sucha masa [%] Dry matter [%]	Witamina C Vitamin C	Ksantofile Xanthophils	β -karoten β -carotene
King Artur	8,79 ^{a*}	129,85 ^a	3,75 ^a	0,445 ^a
Capel Hot	8,05 ^b	120,50 ^b	1,57 ^b	0,612 ^a

Objaśnienia/ Explanatory notes:

*Średnie wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie pod względem statystycznym (NIR \leq 0,05, metoda Tukey'a) / Mean values in the columns denoted by the same letters are not statistically significantly different at (NIR \leq 0,05, method of Tukey).

Zawartość ksantofili w owocniach świeżych owoców była także zróżnicowana pod względem odmianowym. Większą koncentrację ksantofili wykazano w świeżych owocach odmiany słodkiej, podczas gdy w owocach papryki półostrej zanotowano mniejszą, prawie o 60 %, ich zawartość (tab. 1). Analiza zawartości prowitaminy A wyrażona poziomem β -karotenu wykazała odmienną tendencję. Wyższy poziom tego składnika stwierdzono w ostrej odmianie papryki, jednak różnice nie były istotne pod względem statystycznym (tab. 1).

Wyniki oceny preparatów otrzymanych z owoców wybranych odmian papryki pod względem zawartości tokoferoli przedstawiono w tab. 2. Stwierdzono, że większą koncentracją witaminy E charakteryzowały się ekstrakty z owoców słodkiej odmiany papryki przygotowane w łagodnych warunkach (temp. 26 °C, 70 mbar). Podwyższenie temperatury i ciśnienia podczas otrzymywania ekstraktów spowodowało ubytek poziomu witaminy E o ponad 60 % w papryce odmiany King Artur, a w Capel Hot o ponad 20 % (tab. 2). Podobną tendencję zaobserwowano pod względem zawartości tokoferoli w 1 ml ekstraktu (rys. 2). Niewiele jest prac porównawczych na temat stabilności witaminy E w surowych produktach roślinnych i poddanych procesom technologicznym. Są to na ogół sprzeczne doniesienia [5]. Tak duże straty witaminy E otrzymane w procesie zateżania w warunkach podwyższonej temperatury i ciśnienia mogły

być wynikiem braku fazy wodnej, która jest niezbędna do ochrony antyoksydacyjnej α -tokoferolu przez kwas askorbinowy.

Tabela 2

Zawartość antyoksydantów w ekstraktach otrzymanych z wysuszonych owoców wybranych odmian papryki, w przeliczeniu na suchą masę owoców [mg/100 g s.m.].
Content values of antioxidants in the extracts made from dried fruits of the selected pepper varieties, converted into dry mass of fruit [mg/100 g d.m.].

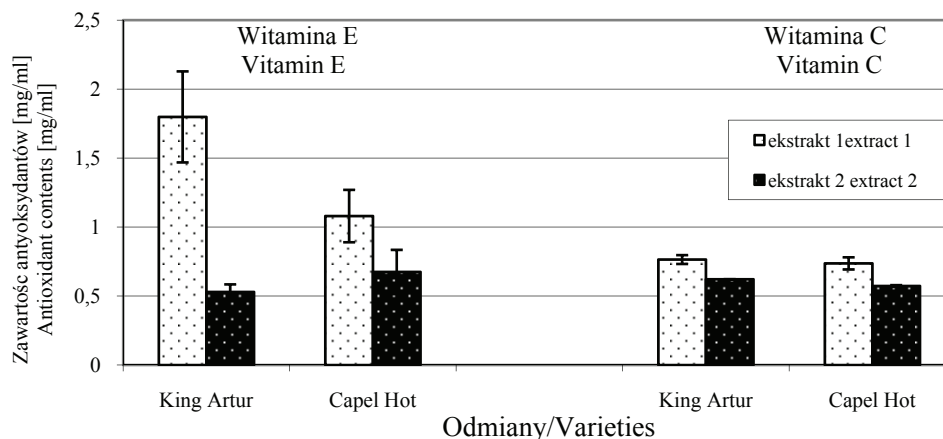
Odmiana Variety	Surowiec Material [mg/100 g s.m.]	Ekstrakt 1 Extract 1 (26°C, 70 mbar) E1	Ekstrakt 2 Extract 2 (40°C, 115 mbar) E2	Straty Loses E2/E1 [%]
Witamina E Vitamin E				
King Artur	-	1634,7 ^a	585,0 ^c	64,2
Capel Hot	-	935,5 ^b	733,7 ^{bc}	21,57
Witamina C Vitamin C				
King Artur	1476,6	695,5 ^{a*}	690,6 ^a	0,89
Capel Hot	1496,9	637,8 ^a	622,3 ^a	2,43
Ksantofile Xanthophylls				
King Artur	42,65	19,27 ^a	8,80 ^b	54,3
Capel Hot	19,51	18,56 ^a	14,84 ^{ab}	20,0
β -Karoten β -Carotene				
King Artur	5,06	3,32 ^a	1,09 ^c	67,2
Capel Hot	7,60	3,43 ^a	1,88 ^b	45,2

Objaśnienia/ Explanatory notes:

* Wartości w danej grupie oznaczanych składników opisane tymi samymi literami nie różnią pod względem statystycznym (NIR \leq 0,05, metoda Tukey'a) / The values in a given group of components being determined and denoted by the same letters are not statistically significantly different at (NIR \leq 0,05, method of Tukey).

Świeże owoce są bogatym źródłem witaminy C (tab. 2), a sam proces suszenia i przygotowania próbek spowodował wysokie jej straty. Czynnikiem powodującym największe straty witaminy C jest wysoka temperatura w połączeniu z dużą zawartością wody w próbce. Istotnym czynnikiem oprócz temperatury suszenia jest wilgotność surowca, wraz ze zmniejszeniem wilgotności straty te ulegają zmniejszeniu [18]. Z kolei sposób przygotowania preparatów nie wpływał istotnie na zmiany zawartości

witaminy C w odniesieniu do 100 g suchej masy i 1 ml ekstraktu (tab. 2, rys. 1). Świadczy to, że proces otrzymywania preparatów nie spowodował dalszych istotnych zmian zawartości witaminy C. Należy przypuszczać, że warunki zateżenia roztworu, tj. obniżone ciśnienie, temperatura 20 – 40 °C oraz brak środowiska wodnego były korzystne dla zachowania trwałości witaminy C.

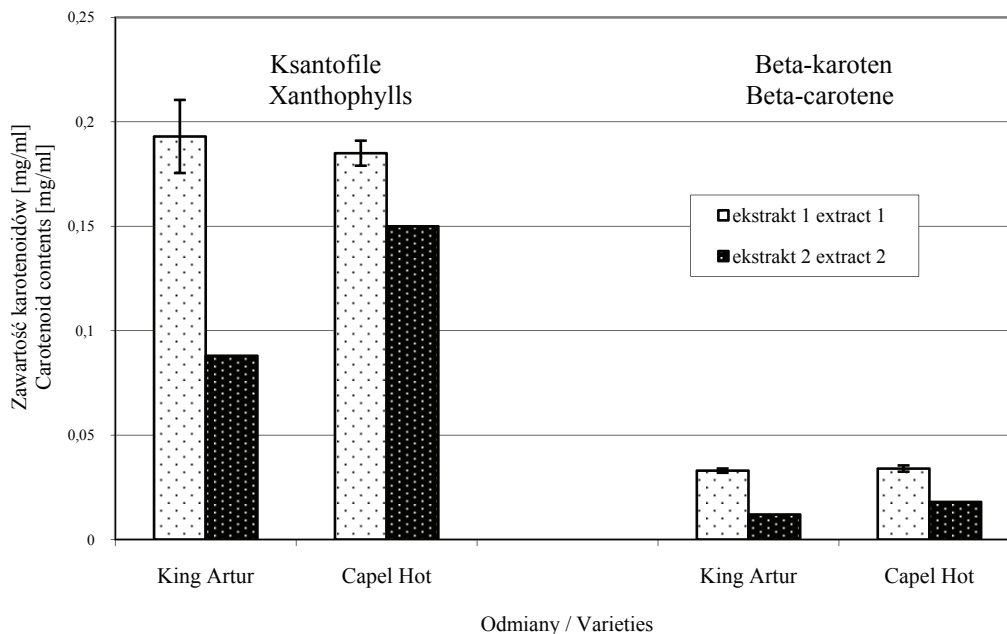


Rys. 1. Zmiany zawartości witamin E i C [mg/ml] w ekstraktach z suchych owoców papryki otrzymanych przez zateżanie w dwóch układach temperatury i ciśnienia: ekstrakt 1: temp 26 °C, ciśn. 70 mbar, ekstrakt 2: temp. 40 °C, ciś. 115 mbar.

Fig. 1. Changes in the contents of vitamins E and C (mg/ml) in the extracts from dried pepper fruits made by concentrating them in two temperature/pressure systems: extract 1: 26 °C / 70 mbar, extract 2: 40 °C / 115 mbar.

Analiza zawartości ksantofili w ekstraktach, uzyskanych w łagodnych warunkach (ekstrakt 1) i przeliczonych na 100 g s.m., wykazała brak statystycznych różnic pomiędzy badanymi odmianami (tab. 2). Stężenie tych związków wynosiło średnio 18,9 mg/100 g suchej masy. Na zmiany zawartości ksantofili w uzyskanych ekstraktach wpływały znacząco warunki przygotowania ekstraktów. W ekstraktach otrzymanych z owoców słodkiej odmiany papryki podwyższenie temperatury zateżenia ekstraktu spowodowało wzrost strat ksantofili o ponad 50 % w porównaniu do warunków łagodniejszych, co w sumie spowodowało stratę tych związków w porównaniu z owocami świeżymi o około 80 % (tab. 2). Ksantofile w ekstraktach z owoców ostrej odmiany papryki okazały się bardziej trwałe, ponieważ podwyższenie temperatury zateżenia ekstraktów wpłynęło jedynie na 20 % stratę tych związków w porównaniu z ekstraktem 1, a łączne zmniejszenie stężenia ksantofili w odniesieniu do świeżego surowca wynosiło 24 %. Podobnie, analizując wyniki zawartości ksantofili w 1 ml ekstraktu

(rys. 2), można stwierdzić, że wysoka temperatura przygotowania ekstraktów wpływała niekorzystnie na ich stężenie.



Rys. 2. Zmiany zawartości ksantofili i β -karotenu [mg/ml] w ekstraktach z suchych owoców papryki otrzymanych przez zateżanie w dwóch układach temperatury i ciśnienia: ekstrakt 1: temp. 26 °C, ciśn. 70 mbar, ekstrakt 2: temp. 40 °C, ciś. 115 mbar.

Fig. 2. Changes in the contents of xanthophylls and β -carotene (mg/ml) in the extracts from dried pepper fruits made by concentrating them in two temperature/pressure systems: extract 1: 26 °C/70 mbar; extract 2: 40 °C/115 mbar.

W naturalnym środowisku barwniki karotenoidowe są na ogół stabilne, ale podczas ogrzewania, zwłaszcza gdy są ekstrahowane olejem lub organicznym rozpuszczalnikiem, stają się dużo bardziej labilne [5, 9]. Pod wpływem temperatury zachodzi degradacja związków karotenoidowych, której najłatwiej ulegają formy niezestryfikowane lub monoestry, czyli takie związki, jak β -kryptoksantyna i zeaksantyna [9]. Te związki występują w większych ilościach w owocach papryki niż bardziej trwałe czerwone ksantofile takie, jak kapsantyna i kapsorubina [11].

β -karoten nie występuje w formie zestryfikowanej, przez co jest najmniej stabilnym karotenoidem, potwierdziły to wyniki obecnych badań przedstawione w tab. 2. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono zróżnicowaną trwałość tego związku podczas suszenia owoców i zateżania ekstraktów w łagodnych warunkach (ekstrakt 1) w zależności od odmiany. Sposób przygotowania ekstraktów wpływał także istotnie na poziom prowitaminy A w uzyskanych ekstraktach. Podwyższenie temperatury zateżania

nia (ekstrakt 2) spowodowało zmniejszenie zawartości tego związku o 67,2 % w przypadku odmiany King Artur i 45,2 % w Capel Hot. Podobną tendencję zmian stwierdzono pod względem zawartości β -karotenu wyrażonej w 1 ml ekstraktu (rys. 2).

Mniejsze straty zawartości antyoksydantów obecnych we frakcji lipofilnej (witaminy E, ksantofili i β -karotenu) w preparatach otrzymanych z owoców odmiany półostrej Capel Hot można tłumaczyć ochronnym wpływem kapsaicynoidów – charakterystycznych alkaloidów papryki ostrej i półostrej [7]. Na podstawie otrzymanych wyników badań można stwierdzić, że preparaty otrzymane z wysuszonych owoców papryki są dobrym źródłem antyoksydantów. Lepszymi wskaźnikami jakości charakteryzowały się preparaty otrzymane w niższej temperaturze i pod niższym ciśnieniem, (26 °C i 70 mbar) niż w wyższych parametrach temperatury i ciśnienia (40 °C i 115 mbar). Podobną zależność uzyskano w ocenie preparatów otrzymanych z owoców liofilizowanych [13]. Preparaty otrzymywane z liofilizatów przez zateżanie ekstraktów w wyższych wartościach temperatury (o około 10 °C) niż stosowane w niniejszej pracy, charakteryzowały się mniejszą zawartością związków o właściwościach antyoksydacyjnych. Powodem różnic jakości mogły być także warunki pozyskiwania surowca. W obecnych badaniach ekstrakty uzyskiwano z suszy otrzymanych przez suszenie konwekcyjne, a w badaniach własnych przeprowadzonych wcześniej surowcem były liofilizaty [13].

Wnioski

1. Preparaty otrzymane z wysuszonych owoców papryki są dobrym źródłem związków biologicznie aktywnych – witaminy C, E, β -karotenu i ksantofili.
2. Poziom związków o właściwościach przeciwutleniających w badanych preparatach zależał od odmiany i warunków otrzymywania preparatów.
3. Wyższą zawartością witaminy E i β -karotenu charakteryzowały się preparaty zateżane w temperaturze 26 °C w porównaniu z otrzymanymi w temperaturze 40 °C z owoców papryki odmiany półostrej Capel Hot.

Literatura

- [1] Buczkowska H., Dyduch J., Najda A.: Kształtowanie się zawartości niektórych składników chemicznych w owocach papryki ostrej w zależności od odmiany i wielokrotności zbioru. Zesz. Nauk. 234, Rolnictwo, 2001, **46**, 27-32.
- [2] De Marino S., Borbone N., Gala F., Zollo F., Fico G., Pagiotti R., Iorizzi M.: New constituents of sweet *Capsicum annuum* L. fruits and evaluation of their biological activity. J. Agric. Food Chem., 2006, **54**, 7508-7516.
- [3] Gajc-Wolska J., Skąpski H.: Yield of sweet pepper depending on cultivars and growing conditions. Folia Horticulturae, 2002, **14/1**, 95-103.

- [4] Janeczko Z.: Owoce i warzywa jako źródło prozdrowotnych substancji o właściwościach antyoksydacyjnych. *Folia Horticulturae*, 2003, **1**, 23-25.
- [5] Kaur Ch., Kapoor H.C.: Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's Health. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 2001, **36**, 703-725.
- [6] Márkus F., Daood H.G., Kapitány J., Biacs P.A.: Change in the carotenoid and antioxidant content of spice red pepper (paprika) as a function of ripening and some technological factors. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 100-107.
- [7] Materska M., Perucka I.: Antioxidant activity of the main phenolic compounds isolated from hot pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 2005, **53**, 1750-1756.
- [8] Michalik Ł., Wierzbicka B., Kawecki Z.: Plonowanie i jakość papryki słodkiej w uprawie pod osłonami. III. Wartość biologiczna owoców papryki. *Biuletyn Naukowy*, 2002, **14**, 89-99.
- [9] Minguez-Mosquera M., Hornero-Mendez D.: Comparative study of the effect of paprika processing on the carotenoids in peppers (*Capsicum annuum*) of the *Bola* and *Agridulce* varieties, 1994, **42**, 1555-1560.
- [10] Müller-Mulot M.A.: New method for the quantitative determination of added α -tocopherol acetate in greestuffs. *Zeit. Analyt. Chem.*, 1968, **6**, 378-388.
- [11] Perucka I.: Etephon- induced changes in accumulation of carotenoids in red pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1996, **5/46**, 61-68.
- [12] Perucka I., Materska M.: Antioxidant activity and content of capsaicinoids isolated from papryka fruits. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53**, 15-18.
- [13] Perucka I., Materska M.: Antioxidant vitamin contents of *Capsicum annuum* fruit extracts as affected by processing and varietal factors. *Acta Sci. Pol., Technologia Alimentaria*, 2007, **6 (4)**, 67-74.
- [14] Perucka I., Materska M.: Wpływ Ca^{2+} na zawartość witaminy C, prowitaminy A i ksantofili w owocach wybranych odmian papryki. *Annales UMCS, Sec. E*, 2004, **59/4**, 1933-1939.
- [15] Perucka I., Materska M.: Wpływ dolistnego stosowania jonów Ca^{2+} oraz procesu suszenia na zawartość alfa-tokoferolu, beta-karotenu i ksantofili w owocach papryki słodkiej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4 (41)**, 114-122.
- [16] PN-A-04019:1998. Produkty spożywcze. Oznaczanie zawartości witaminy C.
- [17] Roe J.: *The Vitamins*, 1967, **7**, 27-35.
- [18] Rudy S.: Wpływ warunków konwekcyjnego suszenia na chemiczno-fizyczne cechy jakościowe papryki. *Inżynieria Rolnicza*, 2001, **2**, 329-334.

QUALITY ASSESSMENT OF PREPARATIONS MADE FROM DRY FRUITS OF *CAPSICUM ANNUUM* L. PEPPER

S u m m a r y

Recently, in addition to spices in the dried form, liquid extracts have become significantly important in food industry. They are based on essential oils and bind with adipose tissue immediately after being added to meat and its products. The results of the authors' own research into the quality of extracts manufactured from lyophilized pepper fruits under the varying conditions of pressure and temperature proved there that they were a valuable source of antioxidants. The objective of this paper was to assess the quality of preparations made from dried pepper fruits as regards the content of antioxidant substances therein: tocopherols, vitamin C, and β -carotene. The research material constituted ripe fruits of two pepper varieties: sweet King Artur and hot Capel Hot. Ethanolic extracts were made from dried fruits of pepper. Next, those

extracts were evaporated in a rotary evaporator under the conditions of two different temperature/pressure values: 26 °C/ 70mbar, and 40 °C/115 mbar. In the extracts produced, the contents of tocopherols, vitamin C, and β-carotene were assayed. It was found that the preparations made from dried pepper fruits were a good source of biologically active compounds. In the extracts investigated, the level of the compounds showing antioxidant properties depended on the variety of pepper and on the conditions under which they were made. Preparations from the hot Capel Hot variety made at a lower temperature were characterized by a higher content of vitamin E and β-carotene.

Key words: pepper, drying, extraction, liquid extracts, antioxidant substances ☒

AGNIESZKA NAWIRSKA-OLSZAŃSKA, ALICJA Z. KUCHARSKA,
ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, ANITA BIESIADA

OCENA JAKOŚCI DŻEMÓW Z DYNI WZBOGACONYCH PIGWOWCEM, DERENIEM I TRUSKAWKAMI

Streszczenie

Dynia pomimo wysokiej plenności i znacznej wartości odżywczej jest surowcem ciągle niedocenianym w przetwórstwie. Wynika to głównie z niekorzystnych cech sensorycznych jej przetworów. W celu polepszenia właściwości sensorycznych przetworów można mieszać przeciery z dyni z innymi surowcami. Celem pracy było określenie właściwości dżemów z dyni wzbogaconych w różnych proporcjach owocami pigwowca, derenia i truskawki.

Dżemy przygotowano z owoców dyni z dodatkiem 50 i 30 % owoców, kolejno, pigwowca, derenia i truskawki. W tak przygotowanych dżemach oznaczono zawartość: suchej masy, witaminy C, karotenoidów i polifenoli ogółem, a także określono kwasowość ogólną, barwę, aktywność przeciwutleniającą wobec rodników DPPH i ABTS oraz siłę redukującą (FRAP).

Najwięcej polifenoli stwierdzono w dżemach z dodatkiem 50 % pigwowca, a najmniej z dodatkiem truskawki w ilości 30 %, odpowiednio 94,50 i 25,75 mg/100g ś.m. Dżemy z dodatkiem derenia i truskawki miały porównywalną jasność i udział barwy żółtej. Dżemy z pigwowcem miały największą jasność. Wśród badanych dżemów najmniejszą aktywność przeciwutleniającą wykazały dżemy z dodatkiem truskawek. Najmniej witaminy C zawierały dżemy z dodatkiem derenia, zaś w pozostałych dżemach zawartość tej witaminy była porównywalna (9,24 - 10,39 mg/100 g ś.m.). Zawartość karotenoidów była zbliżona we wszystkich rodzajach dżemów, nie zależała od zawartości dodatków, wahała się w zakresie od 1,1 do 1,78 mg/100 g ś.m.

Słowa kluczowe: dynia, pigwowiec, dereń, truskawki, dżem, aktywność przeciwutleniająca, barwa

Wprowadzenie

Obecnie znacząco wzrasta zainteresowanie zdrowym trybem życia oraz żywnością prozdrowotną. Konsumenci coraz chętniej kupują produkty nowe, charakteryzujące się wysoką wartością odżywczą. Wśród bogatego asortymentu produktów warzyw-

Dr inż. A. Nawirska-Olszańska, dr inż. A.Z. Kucharska, dr inż. A. Sokół-Łętowska, Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Norwida 25, 50-375 Wrocław, dr hab. inż. A. Biesiada prof. UP., Katedra Ogrodnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Pl. Grunwaldzki 24 a, 50-375 Wrocław

nych pojawiają się również przetwory z dyni, choć ilość dyni przetwarzanej w naszym kraju jest stosunkowo niewielka.

Rodzaj dynia (*Cucurbita*) z rodziny dyniowatych; obejmuje ponad 20 gatunków jednorocznych lub wieloletnich roślin zielnych. W Polsce uprawia się dwa gatunki dyni na owoce zbierane w fazie dojrzałości fizjologicznej: dynię olbrzymią (*Cucurbita maxima*) i dynię zwyczajną (*Cucurbita pepo*). Jest to warzywo o wysokiej wartości odżywczej, szczególnie ze względu na dużą zawartość karotenoidów w miąższu, wahaając się przeciętnie od 2 do 10 mg/100 g ś.m. masy. Najbardziej cenne są odmiany o intensywnie pomarańczowym miąższu, zawierające α - i β -karoten oraz luteinę. Oprócz karotenoidów owoce dyni zawierają w 100 g ś.m. również witaminę C od 9 do 30 mg, witaminę E – 1,06 mg, witaminę – B₆ 0,06 mg, witaminę K – 1,1 μ g, ryboflawinę – 0,11 mg i niacynę 0,6 mg [2, 5]. Jest ona również źródłem takich składników mineralnych, jak: potas, fosfor, magnez, żelazo i selen [18]. Zaletą dyni jest jej niska wartość energetyczna. Miąższ zawiera zaledwie 15 kcal w 100 g świeżej masy i dzięki obecności w nim wielu łatwo przyswajalnych składników odżywczych jest cennym komponentem diet odchudzających. Miąższ dyni wpływa korzystnie na organizm człowieka, ponieważ reguluje przemianę materii, działa odtruwająco i łagodnie odwadniająco [6]. Dyni przypisuje się również funkcję ochronną przed nowotworami [1]. Pomimo wielu opisanych zalet, dynia jest surowcem niedocenianym w przetwórstwie. Wynika to przede wszystkim z niekorzystnych cech sensorycznych przetworów z dyni. Przetwory o lepszych cechach smakowo-zapachowych można uzyskać poprzez łączenie dyni z innymi surowcami, bardziej atrakcyjnymi pod względem sensorycznym.

Dżemy są jednymi z najbardziej popularnych przetworów owocowych. Popularność swoją zawdzięczają smakowitości, a także łatwości w przygotowaniu zarówno w gospodarstwie domowym, jak i w produkcji na skalę przemysłową.

Celem pracy było porównanie jakości dżemów z dyni wzbogaconych w różnych proporcjach przecierami z owoców pigwowca, derenia i truskawki.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły dżemy przygotowane, w skali laboratoryjnej, na bazie przecieru z owoców dyni odmiany Karowita z dodatkiem przecieru z owoców pigwowca, derenia i truskawki w ilości 30 % i 50 % (m/m). Dynia pochodziła ze Stacji Badawczo-Dydaktycznej Roślin Warzywnych i Ozdobnych w Piastowie, pigwowiec pochodził z Ogrodu Botanicznego we Wrocławiu, dereń z Arboretum w Bolestraszycach, a truskawki z plantacji w Mościsku koło Dzierżoniowa. Przecier z dyni, pigwowca i derenia przygotowano tuż po zbiorze przy użyciu Termomixu, a następnie zamrożono. Do przygotowania przecieru z truskawek wykorzystano całe, mrożone owoce, które rozdrabniano tuż przed dodaniem do przecieru z dyni również przy użyciu Termomixu. Odpowiednie ilości surowców wzbogacających w założonych propor-

cyjach oraz cukru (50 %) dodawano do przecieru z dyni w ciągu 10 min w Termomixie, doprowadzono mieszaninę do temp. 90 °C, w której przetrzymywano przez 3 min. Po tym czasie dodawano 1 % roztworu pektyn (preparat NECJ A-2). Do dżemów wzbogaconych w dereń oraz truskawki dodawano ponadto kwas cytrynowy (handlowy kwas cytrynowy). Otrzymane dżemy utrzymywano w temp. 90 °C przez kolejne 2 min, a następnie rozlewno na gorąco do słoików. Słoiki chłodzono w letniej wodzie do temperatury pokojowej. Ekstrakt przygotowanych dżemów wynosił ok. 40 %. W dżemach oznaczano zawartość: suchej masy wg PN [10], witaminy C wg PN [12], karotenoidów ogółem wg PN [13], polifenoli ogółem metodą Folina-Ciocalteu'a (wyniki wyrażano w przeliczeniu na kwas galusowy) [15] oraz kwasowość ogólną wg PN [11] i barwę w systemie CIE L*a*b*. Właściwości przeciwutleniające określano jako efektywność wygaszania stabilnych rodników DPPH (1,1-didhenyl-2-picrylhydrazyl radical) [21] oraz kationorodnika ABTS^{•+} (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) [14]. Siłę redukującą FRAP oznaczano metodą według Benzie i Strain [3]. Oznaczenie polifenoli ogółem i aktywności przeciwutleniającej wykonywano w ekstraktach metanolowych (80 % v/v, stosunek materiału do odczynnika ekstrahującego 1:5).

Analizę statystyczną przeprowadzono, stosując jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic weryfikowano testem Duncana, przy poziomie istotności $p < 0,05$. Do obliczeń statystycznych wykorzystano program komputerowy Statistica 8.0. Wszystkie analizy wykonano w trzech powtórzeniach. Wyniki podano w przeliczeniu na świeżą masę dżemów.

Omówienie wyników

Wyniki zestawione w tab. 1 wskazują, że dżemy stanowiące materiał badawczy różniły się pod względem zawartości suchej masy, witaminy C, karotenoidów i polifenoli ogółem. W przypadku większości oznaczeń były to różnice statystycznie istotne.

Zawartość suchej masy badanych dżemów wahała się od 41,07 do 45,42 %, najmniejszą oznaczono w dżemie zawierającym 30 % przecieru z truskawek, a największą przy 50 % dodatku owoców derenia.

Kwasowość ogółem badanych dżemów mieściła się w zakresie od 0,99 do 1,22 %. Była ona zgodna z zaleceniami odnoszącymi się zarówno do dżemów niskojak i wysokosłodzonych [9].

Tabela 1

Zawartość suchej masy, kwasowość, witaminy C, karotenoidów i polifenoli ogółem w dżemach dyniowych wzbogaconych w owoce pigwowca, derenia i truskawki.

Content of dry matter, total acidity, vitamin C, carotenoids, and phenolics in pumpkin jam products with the additions of Japan quince, cornelian cherry, and strawberry.

Dżemy Jams	Sucha masa Dry matter [%]	Kwasowość Total acidity [%]	Witamina C Vitamin C [mg/100 g]	Karotenoidy Carotenoids [mg/100 g]	Polifenole ogółem Total phenolics [mgGAE/100 g]
1 pigwowiec 50 %	43,23 ± 0,080 ^e	0,99 ± 0,046 ^f	9,24 ± 0,014 ^d	1,31 ± 0,127 ^c	94,50 ± 1,076 ^a
2 pigwowiec 30 %	44,03 ± 0,045 ^c	1,22 ± 0,127 ^a	10,39 ± 0,122 ^a	1,78 ± 0,046 ^a	73,37 ± 0,375 ^b
3 dereń 50 %	45,42 ± 0,077 ^a	1,06 ± 0,013 ^d	5,86 ± 0,145 ^f	1,31 ± 0,026 ^c	53,02 ± 0,972 ^c
4 dereń 30 %	44,31 ± 0,020 ^b	1,14 ± 0,014 ^b	7,67 ± 0,015 ^e	1,65 ± 0,014 ^b	36,55 ± 0,831 ^d
5 truskawki 50 %	43,96 ± 0,037 ^d	1,09 ± 0,026 ^c	9,36 ± 0,017 ^b	1,10 ± 0,013 ^d	32,37 ± 0,827 ^c
6 truskawki 30 %	41,07 ± 0,020 ^f	1,01 ± 0,052 ^e	9,96 ± 0,127 ^c	1,15 ± 0,052 ^e	25,75 ± 0,941 ^f

*Objaśnienia / Explanatory notes:

typy dżemów: 1 – 50 % dyni + 50 % pigwowca, 2 – 70 % dyni + 30 % pigwowca, 3 – 50 % dyni + 50 % derenia, 4 – 70 % dyni + 30 % derenia, 5 – 50 % dyni + 50 % truskawek, 6 – 70 % dyni + 30 % truskawek / kinds of jam products: 1- 50 % pumpkin + 50 % Japanese quince, 2 – 70 % pumpkin + 30 % Japanese quince, 3 – 50 % pumpkin + 50 % cornelian cherry, 4 – 70 % pumpkin + 30 % cornelian cherry, 5 – 50 % pumpkin + 50 % strawberry, 6 – 70 % pumpkin + 30 % strawberry

a,b...f – grupy jednorodne / a,b...f – consistent groups.

Największą zawartością witaminy C odznaczały się dżemy z udziałem 30 i 50 % owoców pigwowca (odpowiednio 10,39 i 9,24 mg/100 g ś.m.) i truskawki (9,36 i 9,96 mg/100 g ś.m.). Najmniej witaminy C zawierały dżemy z dodatkiem derenia.

Przetwory z dyni, surowca bogatego w karotenoidy (2 - 10 mg/100 g ś.m.) [5, 7], zawierały także znaczące ilości tych składników. W badaniach Biesiady i wsp. [2] dynia odmiany Karowita zawierała 8,52 mg karotenoidów w 100 g ś.m. Stąd też wzrost objętości przecieru z owoców pigwowca, truskawki i derenia przyczyniał się w ocenianych dżemach do zmniejszenia zawartości w nich karotenoidów ogółem. W dżemach z dodatkiem 50 % owoców pigwowca oraz derenia stwierdzono taką samą ilość karotenoidów ogółem (1,31 mg/100 g ś.m.). Zmniejszenie ilości tych owoców w przetworach do 30 % spowodowało zwiększenie poziomu karotenoidów ogółem w dżemie do 1,78 mg/100 g ś.m. i do 1,65 mg/100 g ś.m., odpowiednio gdy surowcem wzbogacającym badany produkt był pigwowiec oraz dereń. Najwięcej karotenoidów oznaczono w dżemie z dodatkiem 30 % pigwowca, a najmniej w dżemie z dodatkiem 30 % truskawek.

Związki polifenolowe uznaje się za największą grupę naturalnych przeciwutleniaczy występujących w roślinach oraz ich przetworach. Zawartość polifenoli ogółem w badanych dżemach wahała się od 25,75 do 94,50 mg GAE/100 g. Największa zawartości tych składników oznaczono w dżemach z dodatkiem pigwowca, a najmniejszą

gdy do przecieru z dyni dodawano truskawki. Podany w dostępnej literaturze poziom polifenoli w dżemach owocowych był znacznie zróżnicowany. W badaniach Kalisza [4] zawartość polifenoli ogółem w dżemach truskawkowych wynosiła 148,5 mg/100 g produktu. Można więc domniemywać, że baza z dyni wpłynęła na znaczące zmniejszenie zawartości polifenoli ogółem.

W badaniach Plessi'ego i wsp. [8] zawartość polifenoli ogółem w dżemach z borówki czernicy średnio z sześciu odmian wynosiła 0,402 g GAE/100 g ś.m., w dżemach z malin wynosiła 0,286 g GAE/100 g ś.m. W cytowanych doświadczeniach przebadane zostały również dżemy z różnych odmian czarnej i czerwonej porzeczki. Dżemy z czerwonej porzeczki zawierały średnio 0,333 g GAE/100 g ś.m. polifenoli ogółem, a z czarnej porzeczki aż 0,737 g GAE/100 g ś.m. [8]. Badania Stewarda i wsp. [16] dowodzą, że związki polifenolowe pozwalają na określenie potencjału przeciwutleniającego pod warunkiem uwzględnienia ich ilości, rodzaju i pochodzenia. Stąd też w układach złożonych nie można rozpatrywać działania pojedynczych związków, lecz oddziaływania całej grupy, uwzględniając interakcje zachodzące między nimi. Jest to istotne w surowcach roślinnych, w których określone grupy związków gromadzą się w pewnych ich częściach. Procesy te z jednej strony decydują o przydatności technologicznej, a z drugiej pozwalają na wyjaśnienie złożoności naturalnych przeciwutleniaczy.

Uwzględniając dobroczynne właściwości składników bioaktywnych dokonano pomiaru potencjału przeciwutleniającego, jako aktywność DPPH, ABTS i FRAP (tab. 2).

Tabela 2

Właściwości przeciwutleniające dżemów dyniowych wzbogaconych w owoce pigwowca, derenia i truskawki.

Antioxidant activity of pumpkin jam products enriched with Japanese quince, cornelian cherry, and strawberry.

Dżemy Jams	DPPH [μmol Trolox/g]	ABTS [μmol Trolox/g]	FRAP [μmol Trolox/g]
1 pigwowiec 50%	1,67 ± 0,080 ^c	5,52 ± 0,142 ^d	3,40 ± 0,046 ^a
2 pigwowiec 30%	1,49 ± 0,020 ^d	4,77 ± 0,421 ^b	3,04 ± 0,127 ^b
3 dereń 50%	2,14 ± 0,177 ^a	4,34 ± 0,266 ^b	2,92 ± 0,052 ^c
4 dereń 30%	1,72 ± 0,045 ^c	3,17 ± 0,206 ^c	1,95 ± 0,026 ^d
5 truskawki 50%	1,46 ± 0,037 ^d	2,19 ± 0,157 ^d	1,56 ± 0,014 ^e
6 truskawki 30%	1,19 ± 0,020 ^b	1,96 ± 0,293 ^d	1,15 ± 0,013 ^f

*Objaśnienia / Explanatory notes: Patrz tabela 1/ See Table 1

Aktywność przeciwutleniająca badanych dżemów wobec rodników DPPH wahała się w zakresie od 1,19 do 2,14 $\mu\text{mol Trolox/g}$. Najwyższą aktywność oznaczono w dżemach z dodatkiem derenia, najniższą w dżemach z dodatkiem truskawek. Z badań Wojdyło i wsp. [20] nad aktywnością dżemów truskawkowych z różnymi dodatkami wynika, że aktywność tych dżemów określona jako DPPH była znacząco wyższa od aktywności dżemów na bazie dyni. Wymienieni autorzy [20] oznaczyli od 18,96 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ w dżemie z dodatkiem rabarbaru do 40,32 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ z dodatkiem aronii.

Aktywność przeciwutleniającą wobec rodnika ABTS^{•+} oznaczono na poziomie od 1,96 do 5,52 $\mu\text{mol Trolox/g}$. Najwyższe wartości uzyskano w dżemach z dodatkiem pigwowca, a najniższe, podobnie jak w aktywności oznaczonej jako DPPH, w dżemach z dodatkiem truskawek. W badaniach Wojdyło i wsp. [20] aktywność przeciwutleniająca oznaczona jako ABTS wynosiła od 2,66 do 5,03 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ W cytowanych badaniach najniższą aktywność stwierdzono w dżemie z samych truskawek, a najwyższą w dżemie wzbogaconym w przecier z aroni. W dżemie truskawkowym z dodatkiem pigwowca aktywność ABTS była na poziomie 3,96 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ w przypadku odmiany Senga Sengana i 4,3 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ w przypadku odmiany Elkat. W badanych dżemach dyniowych z dodatkiem pigwowca aktywność ABTS oznaczono na poziomie 5,52 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ w próbach z 50 % dodatkiem i 4,77 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ w próbach z 30 % dodatkiem.

Podobnie, jak w przypadku ABTS, największą aktywność FRAP oznaczono w dżemach z dodatkiem pigwowca odpowiednio 3,40 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ w przypadku 50 % i 3,04 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ w przypadku 30 %, najmniejszą natomiast w dżemach z dodatkiem truskawek. Przeprowadzone badania statystyczne wykazały wysoką korelację pomiędzy zawartością polifenoli a aktywnością ABTS i FRAP (tab. 3). Współczynnik korelacji wynosił w przypadku ABTS 0,95 i w przypadku FRAP 0,93. Natomiast nie stwierdzono korelacji pomiędzy zawartością polifenoli a DPPH.

Tabela 3

Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością polifenoli i aktywnością przeciwutleniającą dżemów dyniowych wzbogaconych w owoce pigwowca, derenia i truskawki.

Correlation coefficients between content of phenolics and antioxidant activity of pumpkin jam products enriched with Japanese quince, cornelian cherry, and strawberry.

Parametry / Parameters	Polifenole / Phenolics	DPPH	ABTS
DPPH	0,31	-	-
ABTS	0,95	0,53	-
FRAP	0,93	0,60	0,99

W tab. 4. przedstawiono parametry barwy w systemie CIE L*a*b*. Jasność (L*) dżemów dyniowych z dodatkami wahała się w zakresie od 32,5 do 45,96. Najjaśniejsze były dżemy z dodatkiem pigwowca, można założyć, że przyczyną był brak barwników antocyjanowych. Natomiast dżemy z dodatkiem derenia i truskawek miały zbliżoną jasność. Te z 30 % dodatkiem były nieco jaśniejsze od tych z 50 % dodatkiem zarówno derenia, jak i truskawek. Dżemy z truskawek różnych odmian badane przez Wicklunda i wsp. [19] były znacznie ciemniejsze (parametr L* od 13,0 do 16,5). W badaniach Wojdyło i wsp. [20], nad barwą dżemów z dwóch odmian truskawek wzbogacanych różnymi dodatkami, najjaśniejsze dżemy uzyskano z dodatkiem pigwowca (40,32). Najciemniejsze były te z dodatkiem aronii (27,92), która jest owocem o wysokiej zawartości antocyjanów.

Tabela 4

Parametry barwy badanych dżemów dyniowych wzbogaconych w owoce pigwowca, derenia i truskawki. Colour parameters of pumpkin jam products enriched with Japanese quince, cornelian cherry, and strawberry.

Dżemy Jam Products	L*	a*	b*
1 pigwowiec 50 %	45,96 ± 0,042 ^a	16,05 ± 0,198 ^d	31,33 ± 0,127 ^a
2 pigwowiec 30 %	44,71 ± 0,064 ^b	15,34 ± 0,127 ^f	29,82 ± 0,148 ^b
3 dereń 50 %	34,05 ± 0,134 ^e	17,77 ± 0,092 ^b	9,26 ± 0,099 ^f
4 dereń 30 %	32,50 ± 0,042 ^c	19,29 ± 0,368 ^a	12,36 ± 0,488 ^d
5 truskawki 50 %	32,86 ± 0,269 ^d	15,64 ± 0,014 ^e	10,50 ± 0,007 ^e
6 truskawki 30 %	34,09 ± 0,092 ^c	16,34 ± 0,148 ^c	12,93 ± 0,057 ^c

*Objaśnienia / Explanatory notes: Patrz tab. 1./ See Tab. 1

Rozpatrując wartości parametru a* w dżemach dyniowych z dodatkami okazało się, że najwyższą jego wartość oznaczono w dżemie z dodatkiem 30 % przecieru z derenia (19,29), a najniższą w dżemie z dodatkiem 30 % pigwowca (15,34). W badaniach Wojdyło i wsp. [20] największą wartość parametru a* oznaczono w dżemie truskawkowym z dodatkiem pigwowca (29,4 i 25,35, odpowiednio w przypadku odmiany Elkat i Senga Sengana), a najmniejszy z dodatkiem aroni (8,02 i 8,16, odpowiednio odmiana Elkat i Senga Sengana).

Parametr b* przyjmował najwyższe wartości w dżemach z dodatkiem pigwowa. Natomiast dżemy z dodatkiem derenia i truskawek miały podobną wartość parametru b*. Układ wartości parametru b* był analogiczny do układu wartości parametru L*. Dżemy z dodatkiem 50 % derenia i truskawek miały najniższe wartości parametru b* (odpowiednio 9,26 i 10,5).

Wnioski

1. Pigwowiec, dereń oraz truskawki są odpowiednimi surowcami do wzbogacania dżemów dyniowych.
2. Dodatek derenia w znacznym stopniu podwyższył wartość powstałych dżemów, nadając im wyrazistą czerwoną barwę.
3. Wzbogacając dżemy dyniowe w pigwowiec otrzymano dżemy o znacznej zawartości polifenoli i wysokiej aktywności przeciwutleniającej. Z tej mieszanki powstały dżemy jasne o delikatnej, atrakcyjnej barwie.

Pracę prezentowano na konferencji „Żywność wzbogacana i nutraceutyki”, która odbyła się w Krakowie w dniach 18-19.06.2009 r. Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007-2010 jako projekt badawczy nr Nr N 310 089 32.

Literatura

- [1] Astorg P.: Food carotenoids and cancer prevention: an overview of current research. Trends Food Sci. Technol. 1997, **8**, 406-413.
- [2] Biesiada A., Nawirska A., Kucharska A.Z., Sokół-Lętowska A.: The effect of nitrogen fertilization methods on yield and chemical composition of pumpkin (*Cucurbita maxima*) fruits before and after storage. Vegetable Crops Research Bulletin, 2009, **70**, 202-211.
- [3] Benzie I.F.F., Strain J.J.: The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “Antioxidant Power”: the FRAP assay. Anal. Biochem., 1996, **239**, 70-76.
- [4] Kalisz S., Wodniak M., Mitek M.: Zmiana wybranych składników bioaktywnych w dżemach truskawkowych w trakcie ich przechowywania. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **3** (40) Supl., 119-126.
- [5] Kunachowicz, H., Nadolna, I., Przygoda, B., Iwanowicz, K.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2005.
- [6] Niewczas J., Szweda D., Mitek M.: Zawartość wybranych składników prozdrowotnych w owocach dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **2** (43) Supl., 147-155.
- [7] Niewczas J., Mitek M.: Wpływ przechowywania nowych odmian dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*) na wybrane parametry składu chemicznego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **5** (54), 155-164.
- [8] Plessis M., Bertrlli D., Albasini A.: Distribution of metals and phenolic compounds as a criterion to evaluate variety of berries and related jams. Food Chem., 2007, **100**, 419-427.
- [9] PN-A-75100. Przetwory owocowe. Dżemy.
- [10] PN-90/A-75101/03 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [11] PN-90/A-75101/04 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie kwasowości ogólnej.
- [12] PN-90/A-75101/11 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie zawartości witaminy C.
- [13] PN-90-75101/12 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie zawartości karotenoidów ogółem.

- [14] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M.: Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 1999, **26**, 1231-1237.
- [15] Slinkart, K., Singleton, V. L.: Total phenol analysis: automation and comparison with manual method. *Am. J. Enol. and Viticulture*, 1977, **28**, 49-55.
- [16] Stewart D., Deighton N., Davies H. V.: Antioxidants in soft fruit. www.scri.sari.ac.uk, *Plant Biochem. Cell Biol* 94-98.
- [17] Terazowa, Y., Ito K., & Yoshida, K.: Changes in carbohydrate composition in pumpkin (kabocha) during fruit growth. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 2001, **70**, 656-658.
- [18] USDA National Nutrient Database for Standard Reference. 2004, Nutritional value of pumpkin and winter squash. Release 17.
- [19] Wicklund, T., Rosenfeld J. H., Martinsen K. B., Sundfør W.M., Lea P., Bruum T., Blomhoff R., Haffner K.: Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *LWT*, 2005, **38**, 387-391.
- [20] Wojdyło A., Oszmiański J., Bober I.: The effect of addition of chokeberry, flowering quince fruits and rhubarb juice to strawberry jams on their polyphenol content, antioxidant activity and colour. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, **227**, 1043-1051.
- [21] Yen, G.C., Chen, H. Y.: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, **43**, 27-32.


QUALITY ASSESSMENT OF PUMPKIN JAMS ENRICHED WITH JAPANESE QUINCE, CORNELIAN CHERRY AND STRAWBERRIES

S u m m a r y

Despite its substantial nutritional value and high yield, pumpkin is still a raw material underrated in the food processing industry. The main reason thereof is to be attributed to adverse sensory features of its preserves. To improve sensory features of pumpkin, its pastes can be mixed with other raw materials. The objective of this study was to determine the parameters of pumpkin jam enriched by adding Japanese quince, cornelian cherry, and strawberries in different proportions.

Jam products were made from pumpkin fruits with the addition of 50 and 30 % of the following fruits: Japanese quince, cornelian cherry, and strawberry. In the products made, the following was determined: contents of dry matter, vitamin C, carotenoids, and total polyphenols, as well as acidity, colour, and antioxidant activity towards DPPH, ABTS, and FRAP.

The highest content of polyphenols was determined in the jam products with 50 % of Japanese quince added, and the lowest in the jam with 30 % of the strawberries added (94.49 mg/100 g FW and 25.75 mg/100 g FW, respectively). Jam products with cornelian cherry and strawberries added displayed a comparable brightness and proportion of the yellow colour. Jam products with Japanese quince were the brightest. Amidst all the jam products analyzed, jam products with strawberries added showed the lowest antioxidant activity. The lowest content of vitamin C was found in pumpkin jam with cornelian cherry added; all other jam products contained comparable levels of vitamin C (9.24 to 10.39 mg/100 g FM). The content of carotenoids was similar in all kinds of jam products, did not depend on the content of added ingredients, and ranged from 1.1 to 1.78 mg/100 FM.

Key words: pumpkin, Japanese quince, cornelian cherry, strawberries, jam, antioxidant activity, colour 

MICHALINA M. KOTLARSKA, RENATA PIETRZAK-FIEĆKO,
STEFAN S. SMOZYŃSKI, ZBIGNIEW BOREJSZO

POZIOM POLICHLOROWANYCH BIFENYLI W GRZYBACH JADALNYCH DOSTĘPNYCH NA RYNKU WARMII I MAZUR

Streszczenie

Celem badań było określenie poziomu kongenerów (28, 52, 101, 118, 153, 180, 138) polichlorowanych bifenyli w grzybach jadalnych dostępnych na rynku Warmii i Mazur.

Materiał badawczy stanowiło 15 próbek grzybów jadalnych dostępnych na rynku Warmii i Mazur, w tym: pięć gatunków grzybów świeżych pochodzących z tego regionu; pięć gatunków grzybów suszonych pochodzących z różnych rejonów Polski oraz pieczarki pochodzące od pięciu różnych producentów z terenu Polski.

Wykazano największą zawartość polichlorowanych bifenyli, stanowiącą 13,11 µg/kg substancji lipidowych, w grzybach świeżych, co skłania do podjęcia dalszych badań. Stwierdzono, że spożywanie nawet dużych ilości grzybów nie wpłynie istotnie na powstanie zatruc ostre. Zagrożenie zdrowia może wynikać z kumulacji nawet niewielkich ilości kongenerów PCB w organizmie człowieka.

Słowa kluczowe: grzyby jadalne, pieczarki, polichlorowane bifenyli, zanieczyszczenia środowiska, Warmia i Mazury

Wprowadzenie

Spośród wielu związków chemicznych trwale zanieczyszczających środowisko szczególną uwagę badaczy zwracają polichlorowane bifenyli (PCB), których występowanie w przyrodzie wiąże się z działalnością człowieka [2, 15, 16, 17]. Substancje te znalazły bardzo wiele różnorodnych zastosowań w przemyśle, jako dielektryki i ciecze hydrauliczne w kondensatorach i transformatorach. Używane były również jako oleje smarne, chłodziwa oraz plastyfikatory do farb, tuszów, papieru przebitkowego, klejów i uszczelnaczy. Na skalę przemysłową PCB zaczęto produkować już w latach 30. minionego wieku [19, 21], lecz dopiero pod koniec lat 60. XX w. odkryto ich toksyczne działanie w stosunku do organizmów żywnych. Udowodniono również, że należą do

Mgr inż. M. Kotlarska, dr inż. R. Pietrzak-Fiećko, prof. dr hab. S. S. Smoczyński, dr inż. Z. Borejszo, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn.

związków bardzo trudno ulegających biodegradacji [1]. Jak wykazują liczne badania, PCB wywołują działania toksyczne u ludzi. Stwierdzono wiele przypadków ostrego zatrucia PCB, w tym tzw. „chorobę oleju ryżowego”, powiększenie tarczycy, zapalenie oskrzeli, a także zatrucia przewlekłe - uszkodzenie wątroby, upośledzenie odporności hormonalnej i komórkowej, obwodową neuropatię czuciową oraz zaburzenia miesiączkowania u kobiet. Ich działanie wiąże się ze zwiększonym ryzykiem występowania raka sutka, a także z możliwością wystąpienia zaburzeń hormonalnych w wieku rozwojowym [3, 9, 13, 19, 22]. W wyniku badań na zwierzętach Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (IARC) zaliczyła PCB do grupy związków o prawdopodobnym działaniu rakotwórczym dla człowieka. Związki te zaliczane są również do grupy substancji zaburzających funkcjonowanie układu endokrynologicznego („*endocrine disruptors*”). Na początku lat 70. w wielu krajach rozpoczęto więc wprowadzanie ograniczeń lub całkowitego zakazu produkcji i stosowania PCB. Uchwalono liczne przepisy prawne zobowiązujące do sukcesywnej i kontrolowanej eliminacji PCB ze środowiska [5, 12]. W Polsce PCB produkowano w niewielkich ilościach. Znaczny był natomiast import tych substancji. Przepisy polskie i unijne zobowiązują do dekontaminacji zalegających w Polsce PCB do 31 grudnia 2010 roku [2, 11].

Polichlorowane bifenylole są wykrywane na całym świecie, praktycznie we wszystkich rodzajach próbek środowiskowych, niekiedy w zaskakująco wysokich stężeniach [20]. Dlatego ich zawartość w surowcach pochodzących nawet z najczystszych rejonów nie powinna dziwić. Warmia i Mazury są regionem leżącym na obszarze tzw. „Zielonych Płuc Polski”. Koncepcja „ZPP” zakłada stworzenie warunków do zaprzestania degradacji regionu i poprawy czystości gleb, wody i powietrza. Ze względu na słabo rozwiniętą gospodarkę nie ma tu wysokiej emisji spalin, hałasu itp. zagrożeń. Największym bogactwem naturalnym regionu są lasy stanowiące ponad 30 % województwa warmińsko-mazurskiego. Z tego względu na szeroką skalę rozpowszechnione jest zbieranie, przetwórstwo i konsumpcja grzybów [4].

Grzyby są organizmami tworzącymi – w stosunku do roślin i zwierząt – odrębne królestwo organizmów żywych [18]. Wyrastają z grzybni kolonizującej i penetrującej różne podłoża oraz wchłaniającej liczne pierwiastki i substancje organiczne w nich zawarte [7, 8]. Autorzy licznych doniesień wykazują, że grzyby gromadzą szereg związków chemicznych m.in. w znacznych stężeniach metale ciężkie oraz radionuklidy. Zawartość tych związków w grzybach w wielu przypadkach przekracza ich stężenie w substracie, w którym grzyby się rozwijają.

Interesujące jest występowanie w grzybach polichlorowanych bifenyli ze względu na lipofilny charakter tych związków. Jednak mechanizmy pobierania substancji szkodliwych przez grzybnie są bardzo mało poznane, a sama grzybnia jest matrycą bardzo trudną do wyizolowania z gleby i badania w warunkach naturalnych [8].

Celem badań było określenie zawartości kongenerów 28, 52, 101, 118, 153, 180 i 138 polichlorowanych bifenyli w grzybach jadalnych dostępnych na rynku Warmii i Mazur.

Material i metody badań

Materiał badawczy stanowiło pięć gatunków grzybów świeżych, zakupionych na rynku Warmii i Mazur, pochodzących z tego regionu (grzyby wysuszone w suszarce spożywczej): maślak żółty (*Suillus grevillei*), pieprznik jadalny (*Cantharellus cibarius*), podgrzybek brunatny (*Xerocomus badius*), borowik szlachetny (*Boletus edulis*), czubajka kania (*Macrolepiota procera*). Badaniem objęto także pięć gatunków grzybów suszonych, zakupionych na rynku Warmii i Mazur, pochodzących z różnych regionów Polski: shitake (*Lentinus edodes*), maślak (*Suillus*), podgrzybek (*Xerocomus*), borowik (*Boletus*), koźlarz (*Leccinum*). Analizom poddano również pieczarki (*Agaricus bisporus*) zakupione na rynku Warmii i Mazur, pochodzące od pięciu różnych producentów z terenu Polski (grzyby wysuszone w suszarce spożywczej). Materiał badawczy zbierany był w okresie sierpień-grudzień 2007 roku.

Z pozyskanych grzybów po wysuszeniu wydzielano substancje lipidowe, stosując hydrolizę materiału kwasem solnym oraz metodą ekstrakcyjną, stosując mieszaninę eteru etylowego i eteru naftowego w stosunku 1:1. Polichlorowane bifenyly z frakcji tłuszczowej grzybów wyodrębniano według procedury opisanej przez Ludwickiego i wsp. [14], polegającej na uwalnianiu PCB z tłuszczu za pomocą n-heksanu. Rozdział badanych związków prowadzono metodą chromatografii gazowej według zasad przyjętych dla tego typu związków. Warunki rozdziału chromatograficznego: chromatograf gazowy: HP 6890; detektor wychwytu elektronów ECD (z ang. *Electron Capture Detector*); kolumna kapilarna: długość – 25 m, średnica wewnętrzna – 0,32 mm, faza ciekła PAS – 1701 (14 % cyjanopropylofenyl i 86 % metylopolisiloksan), grubość filmu 0,25 μm ; temp.: detektora – 280 °C, dozownika – 250 °C oraz kolumny – 200 °C; gaz nośny- hel, prędkość przepływu - 2,5 ml/min (51 cm/s); dozownik z podziałem (z ang. *split*) 10:1. Obliczenie powierzchni pików wzorców i badanych prób wykonywano przy zastosowaniu programu komputerowego firmy Hewlett Packard.

Wyniki i dyskusja

Wyniki badań przedstawiających zawartość pozostałości polichlorowanych bifenyli oraz sumy PCB wyrażonej jako Arochlor 1260, w grzybach jadalnych zestawiono w tab. 1, 2 i 3. Przedstawiono w nich również wartości statystyczne wyników, takie jak: średnia (\bar{x}), odchylenie standardowe (S), współczynnik zmienności (V). Określono istotność różnic uzyskanych wartości średnich sumy kongenerów PCB między badanymi grupami grzybów testem Duncana, przy poziomie istotności $P = 0,01$ (Statistica 8 PL).

Tabela 1

Zawartość kongenerów PCB w grzybach świeżych zakupionych na rynku Warmii i Mazur, pochodzących z tego regionu [$\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych].

Contents of congeners of PCBs in fresh edible mushrooms bought at the market in the region of Warmia and Masuria market, and originating from this region [$\mu\text{g}/\text{kg}$ of lipids].

Próba Sample	Lp. Position	1	2	3	4	5	6	7	Σ PCB*
	Kongener / Congener	28	52	101	118	153	138	180	
Maślak żółty Greville's Bolete	-	0,6	1,15	-	0,37	0,48	-		6,06
Pieprznik jadalny Golden Chanterelle	-	0,71	4,33	1,01	1,36	1,1	0,1		24,04
Podgrzybek brunatny Xerocomus badius	-	1,0	-	-	0,45	0,6	-		7,55
Borowik szlachetny Boletus edulic (porcini)	-	0,53	-	-	0,39	0,75	-		8,32
Czubajka kania Parasol mushroom	-	2,66	-	-	1,01	1,68	-		19,56
\bar{x}	-	1,10	1,09	0,20	0,72	0,92	0,03		13,11
S	-	0,89	1,87	0,45	0,45	0,48	0,05		8,13
V	-	80,94	171,1	223,6	62,38	52,43	200		62,06

*wyrażono jako Arochlor 1260/expressed as Arochlor 1260

Większość objętych badaniami grzybów nie zawierała kongeneru 180, bądź wystąpił on w ilościach śladowych. Jedynie borowik i próbka pieczarek P5 wykazały obecność tego związku w ilościach odbiegających od zawartości w pozostałych próbkach. Średnie stężenie kongeneru 180 w poszczególnych partiach grzybów nie przekroczyło $0,24 \mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych. Średnia zawartość kongeneru 118 w poszczególnych partiach grzybów również była mała. Żadna z wartości średnich nie przekroczyła $0,2 \mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych. Kongeneru 28 nie wykryto w grzybach zakupionych na rynku Warmii i Mazur, pochodzących z tego regionu. Zawartość tego związku w pozostałych grzybach była dość zróżnicowana i nie przekroczyła stosunkowo wysokiej wartości $2,61 \mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych. Jedynie w próbkach shiitake, borowika i pieczarek P5 wykryto zawartość wszystkich badanych kongenerów polichlorowanych bifenili. W pierwszej z wymienionych próbek kongenery wystąpiły głównie w ilościach śladowych. Natomiast w dwóch pozostałych zawartość poszcze-

gólnych kongenerów była stosunkowo duża, co wpłynęło na wysoką wartość Σ PCB w tych grzybach sięgającą 19,02 $\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych. W podgrzybku wykryto tylko jeden kongener (153), jednak w znacznym stężeniu. Σ PCB w tym grzybie wyniosła 2,67 $\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych. Największa wartość Σ PCB charakteryzowała próbkę pieprznika jadalnego (24,04 $\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych), a najmniejsza shiitake (1,39 $\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych).

Tabela 2

Zawartość kongenerów PCB w grzybach suszonych zakupionych na rynku Warmii i Mazur, pochodzących z różnych regionów Polski [$\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych].

Contents of congeners of PCBs in dried edible mushrooms bought at the market in the region of Warmia and Masuria, and originating from different regions in Poland [$\mu\text{g}/\text{kg}$ of lipids].

Próba Sample	Lp. Position	1	2	3	4	5	6	7	Σ PCB*
	Kongener / Congener	28	52	101	118	153	138	180	
Shiitake	0,1	0,38	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,39
Podgrzybek Xerocomus	-	-	-	-	0,48	-	-	-	2,67
Maślak / Bolete	0,1	0,27	0,44	0,1	0,19	0,07	-	-	1,79
Borowik / Boletus	0,69	1,19	4,54	0,22	0,69	0,82	0,32	0,32	12,17
Koźlarz / Leccinum	0,43	0,55	-	-	0,42	-	-	-	2,64
\bar{X}	0,26	0,48	1,02	0,08	0,38	0,20	0,08	0,08	4,13
S	0,29	0,45	1,98	0,09	0,24	0,35	0,14	0,14	4,53
V	109,2	93,2	195,7	108,3	62,7	177,0	165,3	165,3	110

*wyrażono jako Arochlor 1260 / expressed as Arochlor 1260

Ogólnie więcej PCB zawierała partia grzybów zakupionych na rynku Warmii i Mazur, pochodząca z tego regionu (średnia Σ PCB = 13,11 $\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych), a najmniej partia grzybów zakupionych na rynku Warmii i Mazur, pochodząca z różnych regionów Polski (średnia Σ PCB = 4,13 $\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych). Także w pieczarkach zakupionych na rynku Warmii i Mazur, pochodzących od różnych producentów z regionu Polski, zawartość PCB była znaczna (średnia Σ PCB = 11,85 $\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych).

Tabela 3

Zawartość kongenerów PCB w pieczarkach zakupionych na rynku Warmii i Mazur, pochodzących od różnych producentów z terenu Polski [$\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych].

Contents of congeners of PCBs in champignons bought at the market in the region of Warmia and Masuria, and produced by various producers in Poland [$\mu\text{g}/\text{kg}$ of lipids].

Próba Sample	Lp. Position	1	2	3	4	5	6	7	Σ PCB*
	Kongener / Congener	28	52	101	118	153	138	180	
P1	0,98	1,05	-	-	0,64	0,62	-	-	7,91
P2	1,68	2,35	-	-	1,32	1,12	-	-	15,44
P3	-	1,22	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,51
P4	2,61	0,78	-	0,27	0,95	1,03	-	-	14,38
P5	0,1	0,1	0,1	0,49	1,35	0,92	1,09	1,09	19,02
\bar{X}	1,07	1,10	0,04	0,17	0,87	0,76	0,24	0,24	11,85
S	1,10	0,82	0,05	0,21	0,52	0,41	0,48	0,48	6,58
V	102,4	74,4	137	121,6	59,7	54,5	201	201	55,6

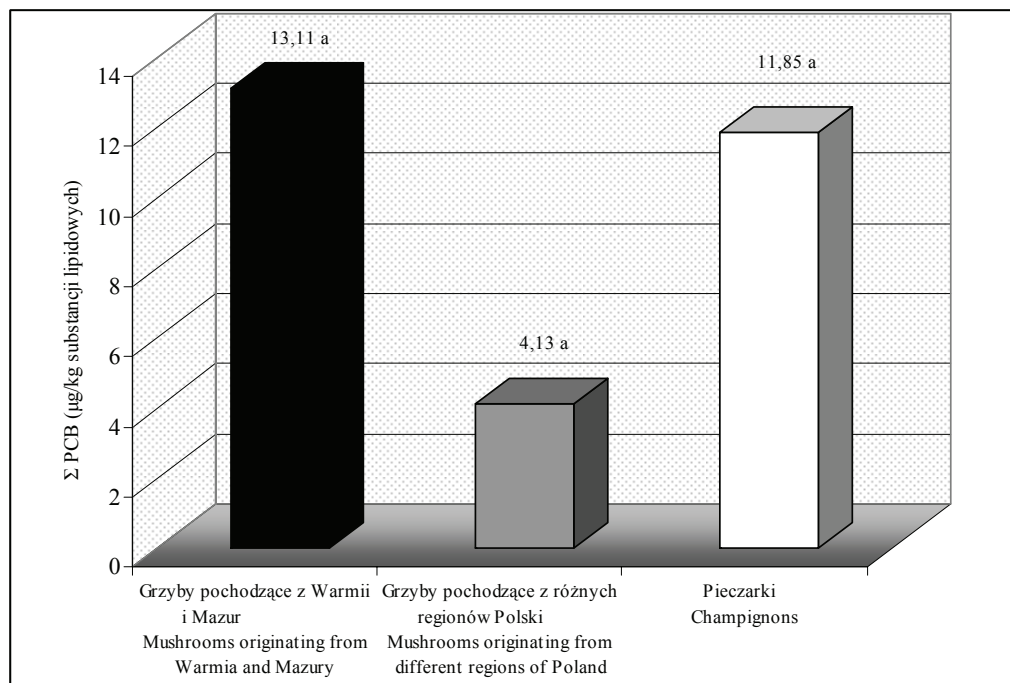
*wyrażono jako Arochlor 1260 / expressed as arochlor 1260

Ze względu na to, że w piśmiennictwie naukowym oraz w regulacjach prawnych brak jest danych o największej dopuszczalnej zawartości PCB w grzybach, wyniki porównano z wartością ADI tych związków.

Grupa Komitetu Ekspertów ds. Substancji Dodanych do Żywności FAO/WHO stwierdziła, że ze względu na ograniczoną ilość dostępnych informacji na temat PCB, nie jest możliwe określenie wielkości ADI tych związków dla człowieka. Wyrażono opinię, że najwłaściwszym gatunkiem zwierząt do prowadzenia badań na PCB są małpy, dla których dawka progowa wynosi 40 $\mu\text{g}/\text{kg}$ masy ciała dziennie [6].

W celu oszacowania najwłaściwszej dawki spożycia grzybów przez człowieka bez narażenia na zatrucie PCB przyjęto, że:

- masa przeciętnego człowieka wynosi 60 kg;
- średnia zawartość tłuszczu w grzybach wynosi 2,6 % (0,6 - 4,7 %) s.m. surowca [10].
- Uwzględniając powyższe dane można wnioskować, że człowiek może przyjąć dziennie najwyżej 240 μg PCB pochodzących z diety i innych źródeł. W badanych grzybach największe stężenie PCB wyniosło 13,11 $\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych – spożycie dopiero 18 kg substancji lipidowych zawartych w grzybach spowodowałoby osiągnięcie poziomu 240 μg PCB. Średnio 1 kg substancji lipidowych zawarty jest w ok. 40 kg grzybów.



Rys. 1. Σ PCB w grzybach dostępnych na rynku Warmii i Mazur [$\mu\text{g}/\text{kg}$ substancji lipidowych].

Fig. 1. Σ PCB in mushrooms available at the market in the region of Warmia and Masuria [$\mu\text{g}/\text{kg}$ lipids]

Objaśnienia: a – brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi Σ PCB ($p \leq 0,01$)

Explanation: a – no statistically significant differences between the average values of Σ PCB ($p \leq 0.01$).

Stężenia PCB w żywności są znacznie zróżnicowane. Zależą od zawartości tłuszczu w produkcie oraz stopnia skażenia środowiska polichlorowanymi bifenylami. PCB są związkami o charakterze lipofilnym, z czego wynika największe ich stężenie w żywności pochodzenia zwierzęcego, zwłaszcza w rybach, jajach, tłuszczach i mięsie, a najmniejsze w warzywach i owocach [19]. Jednak uwzględniając fakt, że PCB ulegają hiperkumulacji w ostatnim ogniwie łańcucha pokarmowego, należy stwierdzić, iż nawet znikoma zawartość tych związków w żywności negatywnie wpływa na organizm ludzki. Liczne doniesienia wskazują, że długotrwałe narażenie nawet na stosunkowo niskie stężenia PCB może mieć działanie immunosupresyjne, zmniejszając odporność organizmu na infekcje bakteryjne i schorzenia neurotoksyczne [12].

Z tego względu obecność PCB w surowcach żywnościowych, w tym w grzybach, determinuje ich jakość. Jakość żywności jest zaś kluczowym elementem właściwej diety, wpływającej na prawidłowy rozwój człowieka.

Wnioski

1. Stwierdzenie obecności polichlorowanych bifenyli we wszystkich przebadanych próbkach grzybów z regionu Warmii i Mazur świadczy o skażeniu tego środowiska związkami chloroorganicznymi.
2. Spożywanie nawet dużych ilości grzybów nie wywoła zatrucia ostrego spowodowanego obecnością PCB. Występujące w grzybach bardzo małe zawartości poszczególnych kontenerów PCB mają jednak zdolność kumulowania się w organizmie człowieka. Potwierdza to konieczność prowadzenia badań monitorujących zawartość PCB również w grzybach jadalnych.
3. Zawartość polichlorowanych bifenyli w grzybach świeżych pochodzących z Warmii i Mazur okazała się wyższa niż w grzybach pochodzących z różnych regionów Polski, co skłania do dalszych badań.
4. Badania wykazały, że ważny byłby również monitoring oraz podniesienie jakości substratu i warunków hodowli grzybów uprawnych, o czym świadczy wysoka zawartość PCB w pieczarkach pochodzących z hodowli prowadzonej na terenie województwa Warmińsko-Mazurskiego.

Praca została sfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Urzędu Marszałkowskiego Województwa Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie pt. „DrINNO – zwiększenie podaży technologicznej w województwie warmińsko-mazurskim poprzez stypendia dla doktorantów” (nr umowy: 29/DRINNO/119/2008) z Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki 2007-2013.

Literatura

- [1] Beran E., Gryglewicz S.: PCB- odpad niebezpieczny w środowisku. Materiały informacyjno-szkoleniowe programu STOP- PCB, Wrocław 2001.
- [2] Beran E.: Ochrona środowiska w Polsce przed PCB. Recykling, 2003, **5**, 10-12.
- [3] De S., Pramanik S., Williams A., Dutta S.: Toxicity of polychlorobiphenyls and its bioremediation. Int. J. Human Genetics, 2004, **4**, 281-290.
- [4] Drej S., Swajdo J.: Warmia i Mazury- przewodnik. BOSZ, Olszanica 2008.
- [5] Environmental Protection Agency. Drinking water criteria document for polichlorinated biphenyls (PCB). U.S. EPA, Cincinnati, OH, USA, 1990.
- [6] Falandysz J.: Polichlorowane bifenyly (PCBs) w środowisku. Chemia, analiza, toksyczność, stężenie i ocena ryzyka. Gdańsk 1999.
- [7] Falandysz J., Chojnacka A., Frankowska A.: Arsen, kadm, ołów i rtęć w borowiku szlachetnym *Boletus edulis* a tolerancje. Roczniki PZH, 2006, **4 (57)**, 325-335.
- [8] Falandysz J., Frankowska A.: Biokumulacja pierwiastków i radionuklidów przez grzyby wielkoowocnikowe. Przegląd bibliograficzny dla ziem polskich. Roczniki PZH, 2000, **4 (51)**, 322.
- [9] Houghton D.L., Ritter L.: Organochlorine residues and risk of breast cancer. J. Am. Coll. Toxicol., 1995, **14**, 71.

- [10] Kavishree S., Hemavathy J., Lokesh B.R., Shashirekha M.N., Rajarathnam S.: Fat and fatty acids of Indian edible mushrooms. *Food Chemistry*, 2008, **106**, 597-602.
- [11] Kozłowska B., Doroczyński A., Ozimek- Nowakowska M., Jóźwik T., Różycki J.: Unieszkodliwienie polichlorowanych bifenyli (PCB). *Ekopartner*, 2001, **10 (120)**, 33-34.
- [12] Kryteria zdrowotne środowiska. 2. Polichlorowane bifenyle i terfenyle. PZWL, Warszawa 1985.
- [13] Longnecker M.P., Rogan W.J., Lucier G.: The human effects of DDT (Dichlorodiphenyltrichloroethane) and PCBs (Polychlorinated Biphenyls) and an overview of organochlorines in public health. *Annual Rev. Public Health*, 1997, **18**, 211.
- [14] Ludwicki J.K., Góralczyk K., Czaja K., Struciński P.: Oznaczanie pozostałości insektycydów chloroorganicznych i polichlorowanych bifenyli w środkach spożywczych metodą chromatografii gazowej. *PZH*, Warszawa 1996.
- [15] Nisbet I.C.T., Sarofim A.F.: Rates and routes of transport of PCB in the environment. *Environmental Health Perspectives*, 1972, **1**, 21-38.
- [16] Sadowski M., Kacprzyk W.: Trwałe zanieczyszczenia organiczne w środowisku. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 2003, **25/26**, 6-7.
- [17] Seńczuk W.: Toksykologia współczesna. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2005, s. 665.
- [18] Snowarski M.: Atlas grzybów. Wyd. Pascal, Bielsko- Biała 2005.
- [19] Starek A.: Polichlorowane bifenyle – - toksykologia – ryzyko zdrowotne. *Roczniki PZH*, 2001, **3**, 187-201.
- [20] Struciński P., Ludwicki J.K., Góralczyk K., Czaja K., Hernik A.: Środowiskowe narażenie na polichlorowane bifenyle. Wybrane aspekty zdrowotne. *Aura*, 2002, **5**, 10-11.
- [21] Struciński P., Ludwicki J.K., Góralczyk K., Czaja K.: Wybrane aspekty działania ksenoestrogenów z grupy persistencyjnych związków chloroorganicznych. *Roczniki PZH*, 2000, **3**, 211.
- [22] Wolff M.S., Toniolo P.G.: Environmental organochlorine exposure as a potential etiologic factor in breast cancer. *Environmental Health Perspectives*, 1995, **103**, 141


THE LEVEL OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS IN EDIBLE MUSHROOMS AVAILABLE AT THE MARKET IN THE REGION OF WARMIA AND MASURIA

Summary

The objective of the study was to determine the levels of congeners (28, 52, 101, 118, 153, 180, 138) of polychlorinated biphenyls in edible mushrooms available at the market in the region of Warmia and Masuria.

The research material constituted 15 samples of edible mushrooms available at the market in Warmia and Masuria, including: five species of fresh mushrooms originating from this region; five species of dried mushrooms originating from different regions in Poland, and champignons produced by various producers in Poland.

It was confirmed that fresh mushrooms had the highest content of polychlorinated biphenyls of 13.11 µg/kg of lipids; this fact urges further research into this issue. It was also found that even large amounts of mushrooms eaten did not cause acute intoxication. The health hazard can be a result of, even, very small amounts of PCB congeners accumulated in human organisms.

Key words: edible mushrooms, champignons, polychlorinated biphenyls, environment pollution, region of Warmia and Masuria region 

EMIL SZYMAŃSKI, JERZY SZPENDOWSKI, RYSZARD ŻYWICA,
JOANNA K. BANACH

WPLYW DODATKU KONCENTRATU PARTYKUŁOWANYCH BIAŁEK SERWATKOWYCH DO MLEKA SEROWARSKIEGO NA JEGO WŁAŚCIWOŚCI ELEKTRYCZNE

Streszczenie

W pracy podjęto badania nad określeniem wpływu dodatku koncentratu partykułowanych białek serwatkowych (PWPC) do mleka serowarskiego na wybrane właściwości elektryczne tego mleka. Materiał badawczy stanowił koncentrat partykułowanych białek serwatkowych, mleko serowarskie bez dodatku PWPC oraz z dodatkiem wynoszącym 1 i 2 % PWPC. Wszystkie próby poddawane analizie otrzymano w warunkach przemysłowych. Przebadano takie wyróżniki, jak: impedancję, admitancję, pojemność szeregową i kąt przesunięcia fazowego.

Badania wykazały, że dodatek PWPC do mleka serowarskiego powodował znaczącą zmianę współczynników przewodnościowych dopiero przy 2 % dodatku PWPC. Natomiast przy dodatku 1 % wartości tych współczynników nie różniły się statystycznie od wyników mleka bez dodatku koncentratu. Przy 1 % dodatku partykułatu do mleka istotnie malał współczynnik pojemnościowy C_s w porównaniu z mlekiem bez dodatku partykułatu. Jednak różnica wielkości zmniejszenia tego współczynnika w przypadku mleka z 1- i 2 % dodatkiem była już statystycznie nieistotna. Ponadto zmiana częstotliwości pomiaru w każdym przypadku miała wpływ na mierzone wielkości, przy czym największe zmiany obserwowano w zakresie 20 Hz ÷ 200 Hz, natomiast powyżej 400 Hz zmiany te były już istotne.

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań stwierdzono, że na podstawie zmian przedstawionych właściwości elektrycznych mleka serowarskiego nie można określić dodatku PWPC pod względem ilościowym, a jedynie pod względem jakościowym.

Słowa kluczowe: partykulacja, białka serwatkowe, właściwości elektryczne, impedancja, admitancja, pojemność szeregową, kąt przesunięcia fazowego

Prof. dr hab. inż. J. Szpendowski, mgr inż. E. Szymański, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, ul. Oczapowskiego 7, dr hab. R. Żywica, dr inż. J. K. Banach, Katedra Towaroznawstwa Przemysłowego, Podstaw Techniki oraz Gospodarki Energią, Pl. Cieszyński 1, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 10-719 Olsztyn

Wprowadzenie

Jednym z podstawowych czynników warunkujących prawidłowy przebieg procesu technologicznego jest wysoka jakość mleka. W czasach powszechnie stosowanej automatyzacji bardzo ważne jest opracowanie szybkich metod instrumentalnych służących do oceny jakości mleka. Surowiec ten pod względem elektrycznym jest elektrolitem dobrze przewodzącym prąd elektryczny, głównie dzięki przewodnictwu jonowemu [10], natomiast na zmniejszenie przewodności elektrycznej mleka wpływa tłuszcz, który będąc dipolem charakteryzuje się bardzo niską przewodnością elektryczną [1].

Właściwości elektryczne mleka są przedmiotem wielu badań mających na celu stworzenie szybkich metod oceny jakości mleka i jego składu chemicznego [4, 7, 9]. Dotychczas opracowano metodę pozwalającą na wykrywanie stanu zapalnego wymienia (*mastitis*) u krów na podstawie zmian w układzie soli mineralnych i laktozy spowodowanych tym schorzeniem, które bezpośrednio wpływają na elektryczny charakter mleka [13, 14]. W technologii mleczarskiej pomiar właściwości elektrycznych jest wykorzystywany również do obserwacji przemian składników mleka podczas procesów technologicznych takich, jak homogenizacja i przechowywanie mleka [1, 10, 16, 21]. Opracowano również metody wykorzystywania parametrów elektrycznych do kontrolowania przebiegu produkcji napojów fermentowanych za pomocą pomiaru dynamiki ukwaszania, poprzez pomiar zawartości laktozy w mleku poddanemu ukwaszaniu oraz dzięki kontroli zawartości rozpuszczalnych soli mineralnych i pomiarowi pH [18]. Podejmowano również badania w celu wyznaczenia elektrycznego modelu mleka rekombinowanego [20] oraz oszacowania stopnia demineralizacji serwatki [8] i wpływu zawartości jonów wapnia na właściwości elektryczne serwatki i permeatu ultrafiltracyjnego [19].

Ważnym kierunkiem badania właściwości elektrycznych mleka jest możliwość zastosowania pomiaru tych wyróżników do określania stopnia rozwodnienia mleka, które jest powszechną metodą jego fałszowywania. Metody standardowe, które polegają na pomiarze temperatury zamarzania mleka (metoda krioskopowa) lub na zmianie refrakcji światła są kosztowne, czasochłonne i trudne do zastosowania w szybkiej analizie surowca. Dlatego też dąży się do opracowania szybkiej i niezawodnej metody wykrywania tego typu fałszerstw za pomocą pomiaru właściwości elektrycznych mleka [2, 3, 11].

W technologii serowarskiej zmierza się do jak największego wykorzystania w serach białek mleka, w tym białek serwatkowych. Jedną z nowych technologii w serowarstwie jest wzbogacanie mleka serowarskiego w białka serwatkowe produkowane w postaci koncentratu partykułowanych białek serwatkowych (PWPC). Partykułowanie białek serwatkowych polega na ich mechaniczno-termicznej obróbce, która prowadzi do zwiększenia ich wielkości pozwalającej na wbudowanie białek w strukturę skrzepu serowarskiego. Koncentrat partykułowanych białek serwatkowych produk-

wany jest z serwatki otrzymanej po produkcji serów podpuszczkowych, którą zagęszcza się techniką ultrafiltracji [6, 17]. Dodatek koncentratu do mleka serowarskiego wpływa na jego skład chemiczny oraz może modyfikować przebieg procesu technologicznego produkcji sera. Zmiany w mleku serowarskim mogą dotyczyć podatności mleka na enzymy koagulujące, retencję składników mleka w skrzepie, przebieg procesu dojrzewania serów oraz ich właściwości sensoryczne i odżywcze. Ustalenie zależności pomiędzy składem chemicznym mleka serowarskiego, jego właściwościami elektrycznymi a przebiegiem procesu technologicznego produkcji sera może być pomocne w opracowaniu szybkich metod oceny surowca stosowanego w serowarstwie.

Przyjmując tezę, że właściwości fizykochemiczne mleka, w tym jego właściwości elektryczne są zależne od zawartości poszczególnych składników tego surowca, przeprowadzono badania mające na celu ocenę wpływu dodatku koncentratu partykułowanych białek serwatkowych (PWPC) do mleka serowarskiego na jego właściwości elektryczne.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowił koncentrat partykułowanych białek serwatkowych, mleko serowarskie bez dodatku PWPC oraz z dodatkiem wynoszącym 1 i 2 %. Materiał badawczy pochodzący z Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej „Ostrowia” w Ostrowii Mazowieckiej schładzano do temperatury 4 °C i przechowywano do czasu badań.

W pierwszej kolejności przeprowadzono analizę podstawowego składu chemicznego PWPC, mleka serowarskiego bez dodatku oraz z dodatkiem PWPC, przy użyciu aparatu MILKOSCAN FT2. Badania obejmowały oznaczenie zawartości białka, tłuszczu, laktozy i suchej masy.

Próbki koncentratu partykułowanych białek serwatkowych, mleka serowarskiego bez dodatku PWPC oraz z dodatkiem wynoszącym 1 i 2 % podgrzewano w łaźni wodnej do temperatury około 20 °C, a następnie pozostawiano na 1 h w komorze klimatyzacyjnej Memert ICP 500 o temp. 20 °C w celu ustabilizowania się temperatury próbki, układu składników oraz właściwości fizykochemicznych. Próbkę kontrolną stanowiły próbki mleka serowarskiego normalnego, koncentrat partykułowanych białek serwatkowych oraz woda destylowana. Wszystkie próby zostały wykonane w trzech powtórzeniach. Badanie właściwości elektrycznych prowadzono za pomocą miernika firmy Agilent, model Precision LCR Meter E4980A 20Hz – 2MHz. Do zbiornika szklanego o wymiarach 75 × 55 × 94 mm, wyposażonego we wbudowane na przeciwległych ścianach (o najmniejszej powierzchni) dwie elektrody wykonane ze stali kwasoodpornej, nalewano materiał badawczy w ilości po 200 cm³, po czym umieszczano go w komorze klimatyzacyjnej na 1 h w celu uzyskania żądanej temperatury. Następnie umieszczano zbiornik z badaną próbą w zbiorniku ekranującym, zabezpieczającym

materiał badawczy przed wpływem promieniowania elektromagnetycznego wywołanego bliską obecnością innych urządzeń elektrycznych i wykonywano pomiar następujących wielkości elektrycznych: pojemności równoległej C_p , impedancji Z , admitancji Y , kąta przesunięcia fazowego θ .

Pomiarów dokonywano przy stałym napięciu 200 mV i zmiennej częstotliwości od 20 Hz do 1 kHz, analizując trzykrotnie każdy surowiec. Po badaniu każdej próbki zbiornik dokładnie myto, płukano wodą destylowaną i osuszano przed nalaniem kolejnej próbki. Wyniki przeprowadzonych badań będą omawiane w odniesieniu do pomiarów uzyskanych przy częstotliwościach 40 Hz, 400 Hz oraz 800 Hz, uznanych za optymalne i najlepiej przedstawiające kształtowanie się badanych wielkości elektrycznych w funkcji częstotliwości. Właściwości elektryczne takie, jak: pojemność szeregową (C_s), kąt przesunięcia fazowego (θ), impedancja (Z) wyznaczono doświadczalnie w wyniku badania próbek z pomocą miernika Agilent, natomiast admitancję (Y) uzyskano za pomocą wyliczeń matematycznych na podstawie zależności $Y = Z^{-1}$.

Wyniki i dyskusja

Analiza podstawowego składu chemicznego wykazała, że wraz ze wzrostem dodatku PWPC do mleka serowarskiego następował wzrost zawartości białka i suchej masy oraz spadek zawartości laktozy i tłuszczu w mleku kotłowym (tab. 1).

W następnej kolejności przeprowadzono badania właściwości elektrycznych PWPC oraz mleka serowarskiego. Na wykresy naniesione zostały punkty połączone linią przedstawiające wartości średnie pomiarów przy danej częstotliwości oraz słupki błędów przedstawiające średnią geometryczną współczynnika zmienności danego punktu. Wyniki badań omówiono w odniesieniu do trzech wybranych częstotliwości: 40 Hz, 400 Hz oraz 800 Hz, uznanych za optymalne i najlepiej ukazujące kształtowanie się badanych właściwości elektrycznych w funkcji częstotliwości.

Charakterystykę właściwości elektrycznych mleka kotłowego przeznaczonego do produkcji sera edamskiego oraz koncentratu partykułowanych białek serwatkowych przedstawiono w tab. 2.

Średnie wartości impedancji (Z) systematycznie malały wraz ze wzrostem częstotliwości zarówno w przypadku mleka serowarskiego, jak i PWPC, przy czym w koncentracie przyjmowały wartości większe o 20,1 %. W przypadku admitancji (Y) zauważyć można tendencję do zwiększenia się przepustowości elektrycznej obu tych ośrodków wraz ze wzrostem częstotliwości i drożność ta była wyższa w przypadku mleka o ok. 25,2 %. Pojemność szeregową (C_s) była znacznie większa w mleku serowarskim o około 70,5 % i w obu przypadkach zmniejszała się wraz ze wzrostem częstotliwości. Kąt przesunięcia fazowego (θ) był mniejszy (w wartościach bezwzględnych) w mleku o około 26,8 % (w stosunku do PWPC) i malał (wartości ujemne wskazują na pojemnościowy charakter ośrodka) wraz ze wzrostem częstotliwości.

Tabela 1

Skład mleka serowarskiego i PWPC.
Composition of cheese milk and PWPC.

Pos.	Wartość Value	Zawartość składników [%] / Content levels of components [%]			
		Białko Protein	Tłuszcz Fat	Laktoza Lactose	S.m. Dry mater
Mleko serowarskie / Cheese milk					
1	SD	0,004	0,003	0,005	0,01
2	\bar{X}	3,320	1,350	4,340	10,19
Mleko z 1% dodatkiem PWPC / Milk with 1% of PWPC added					
1	SD	0,006	0,006	0,006	0,01
2	\bar{X}	3,381	1,341	4,330	10,25
Mleko z 2% dodatkiem PWPC / Milk with 2% with PWPC added					
1	SD	0,006	0,006	0,006	0,01
2	\bar{X}	3,445	1,335	4,327	10,30
Koncentrat partykułowanych białek serwatkowych / PWPC					
1	SD	0,006	0,006	0,006	0,03
2	\bar{X}	9,690	1,210	4,030	15,12

Objaśnienia: / Explanatory notes:

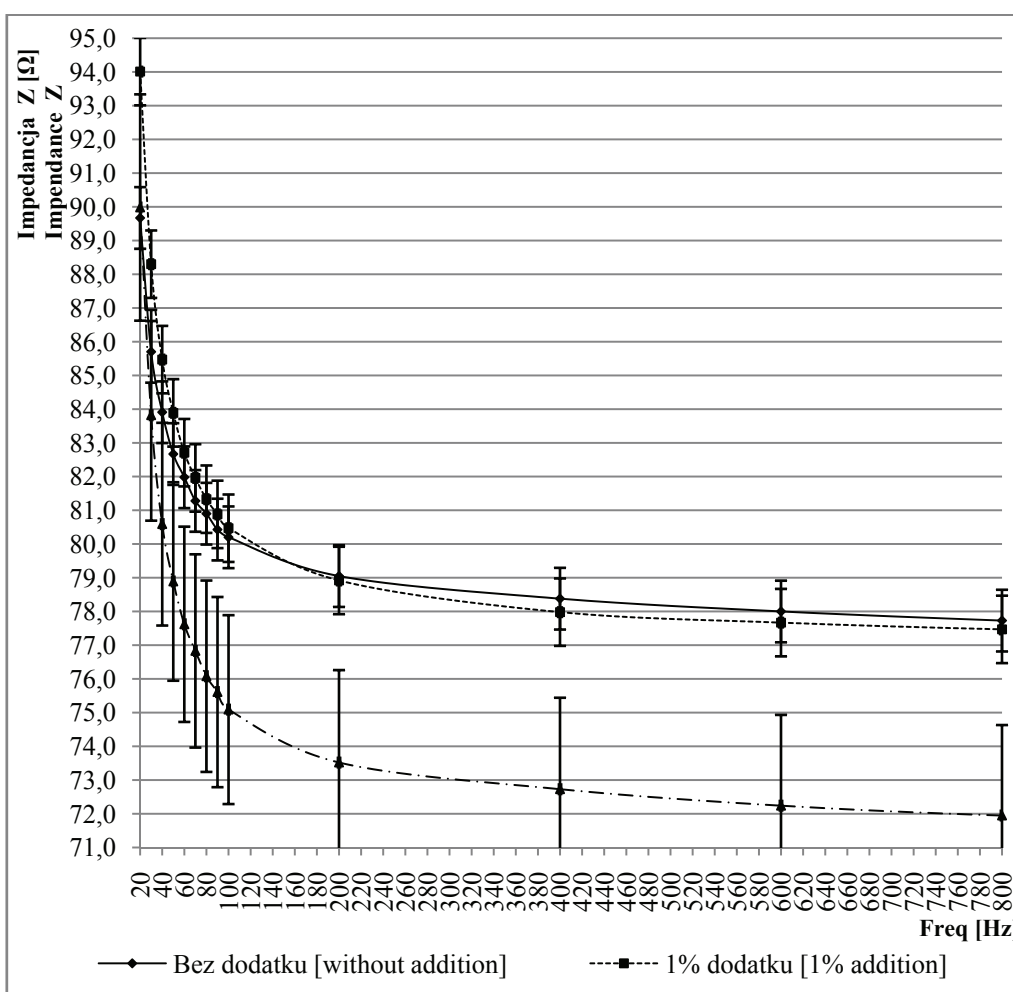
SD – odchylenie standardowe / standard deviation; \bar{X} – wartość średnia z trzech pomiarów / mean value of three measurements

Tabela 2

Właściwości elektryczne mleka serowarskiego i koncentratu PWPC.
Electrical characteristics of cheese milk and PWPC.

Materiał badawczy Material for investigation	Częstotliwość Frequency [Hz]	Parametry przewodnościowe Conductance coefficients		Pojemność szeregową Cs Capacity	Kąt przesunięcia fazowego Phase angle
		Z [Ω]	Y [mS]		
Mleko serowarskie Cheese milk	40	83,91	11,92	271,40	-10,05
	400	78,38	12,76	181,30	-1,60
	800	77,73	12,87	160,50	-0,91
Koncentrat partykułowanych białek serwatkowych PWPC	40	106,62	9,38	161,37	-13,34
	400	97,38	10,27	106,52	-2,20
	800	96,67	10,34	92,77	-1,27

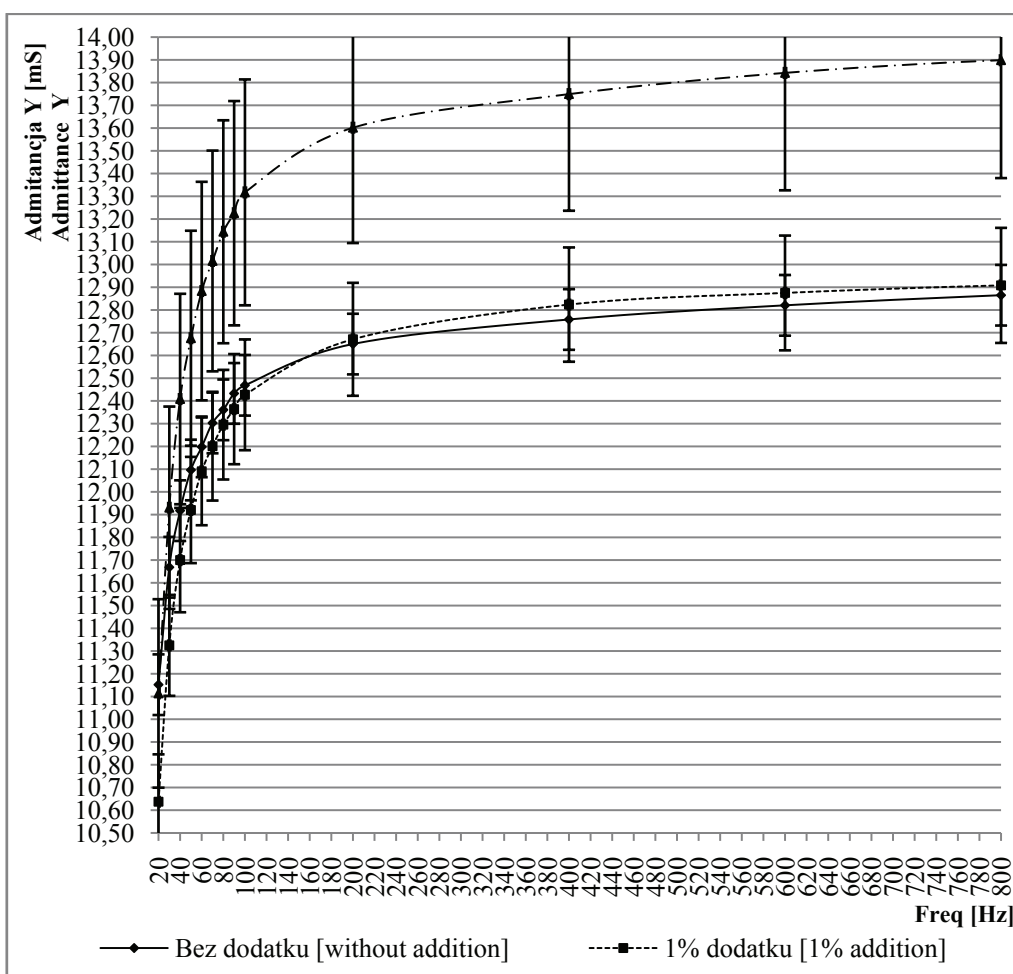
Wartości badanych parametrów przewodnościowych, pojemności szeregowej oraz kąta przesunięcia fazowego były różne w przypadku każdej omawianej częstotliwości obu rodzajów prób. Impedancja jest wielkością, która najlepiej charakteryzuje opór, jaki napotyka prąd elektryczny, przepływając przez dany ośrodek. Wyniki pomiaru tych wartości, podobnie jak innych współczynników przewodnościowych, w przypadku pomiarów mleka bez dodatku PWPC i z dodatkiem 1 % nie różniły się od siebie statystycznie, natomiast w mleku z dodatkiem 2 % różnica taka występowała już od częstotliwości 60 Hz.



Rys 1. Wpływ dodatku PWPC do mleka serowarskiego na impedancję Z.

Fig. 1. Effect of PWPC added to cheese milk on Z impedance.

Największy spadek wartości impedancji zaobserwowano w przypadku próbek zawierających dodatek PWPC (rys. 1). Przypadał on na częstotliwości między 20 Hz a 100 Hz. W przypadku mleka z 2 % dodatkiem koncentratu różnica wartości Z przy częstotliwości 40 Hz i 800 Hz wynosiła 8,64 Ω , czyli prawie 11 %. Mleko z 1 % dodatkiem i mleko bez dodatku partykułatu wykazywało różnicę odpowiednio 8,00 Ω (9,36 %) i 7,37 Ω (6,18 %). Największą wartość impedancji uzyskało mleko z 1 % dodatkiem – 94,01 Ω przy 20 Hz, a najmniejszą mleko z 2 % dodatkiem – 71,83 Ω przy 800 Hz.



Rys 2. Wpływ dodatku PWPC do mleka serowarskiego na admittance Y .

Fig. 2. Effect of PWPC added to cheese milk on Y admittance.

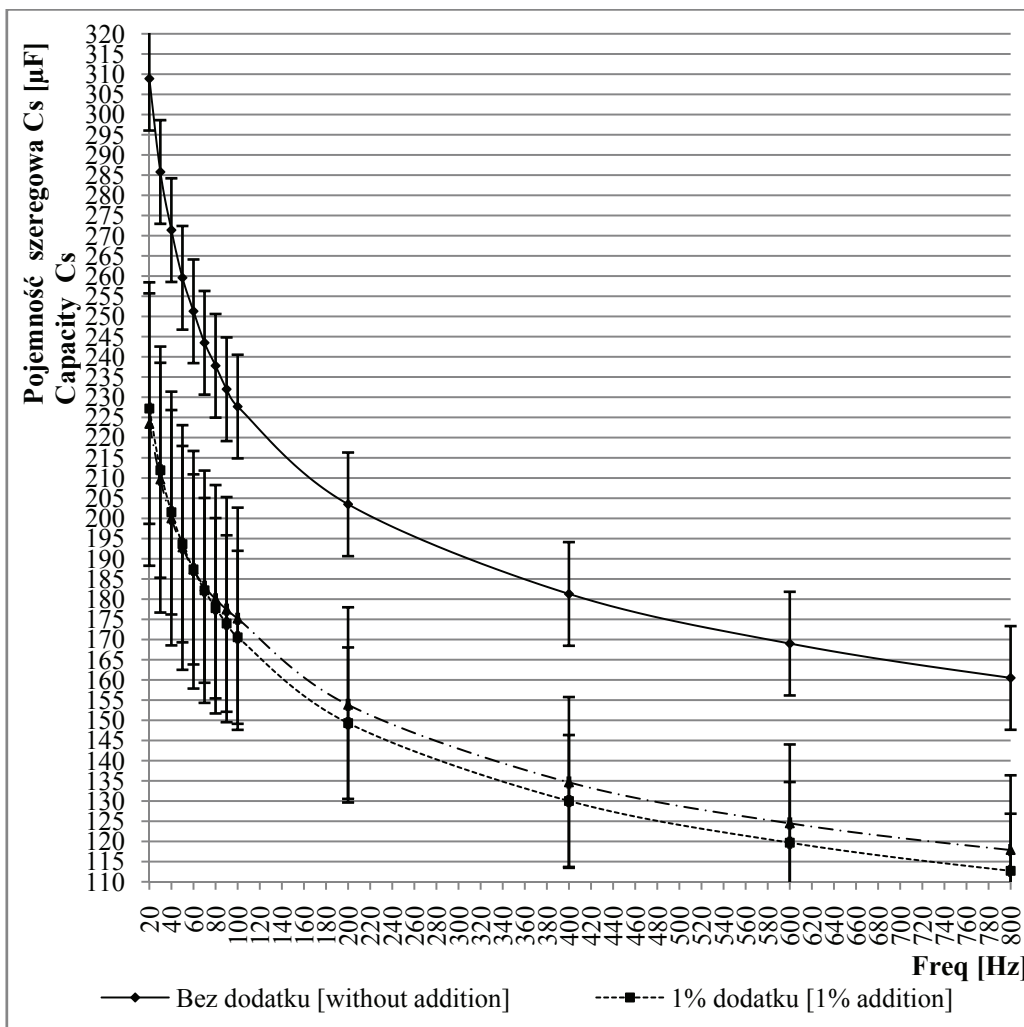
Admitancja, inaczej zwana drożnością, jest właściwością elektryczną przedstawiającą całkowitą przepustowość prądu elektrycznego przez dany ośrodek. Badania wykazały, że wraz ze wzrostem częstotliwości wzrasta również wielkość admitancji. Najwyższymi wartościami admitancji spośród omawianych rodzajów prób charakteryzowało się mleko z 2 % dodatkiem PWPC (12,41 mS przy 40 Hz i 13,92 mS przy 800 Hz). Wartości drożności pozostałych dwóch rodzajów prób nie różniły się od siebie statystycznie w całym przedziale częstotliwości i mieściły się pomiędzy 10,63 mS przy 20 Hz a 12,91 mS przy 800 Hz. Największy wzrost admitancji wszystkich rodzajów prób odnotowano przy wzroście częstotliwości od 20 Hz do 100 Hz. W przedziale 40 Hz ÷ 800 Hz największy wzrost admitancji wynoszący 12,01 % odnotowano w mleku z 2 % dodatkiem PWPC, a najmniejszy w mleku bez dodatku koncentratu – 7,95 %.

Zmiany pojemności szeregowej pod wpływem dodatku PWPC do mleka serowarskiego i zmiany częstotliwości przedstawiono na rys. 3. W całym analizowanym zakresie częstotliwości wartości C_s mleka z 1 i 2 % dodatkiem koncentratu nie różniły się od siebie statystycznie istotnie, natomiast wyniki obu rodzajów prób różniły się znacząco w całym przedziale częstotliwości od wyników tego parametru mleka bez dodatku partykułatu, który przyjmował zdecydowanie większe wartości. Pojemność szeregową spośród wszystkich badanych właściwości elektrycznych wykazywała największe zmiany w przedstawionym zakresie częstotliwości. W przedziale 40 Hz ÷ 400 Hz największy spadek wynoszący 71,50 μF (35,48 %) stwierdzono w mleku z 1 % dodatkiem PWPC, a najmniejszy w mleku z 2 % dodatkiem koncentratu – 65,36 μF (32,68 %). W przedziale 40 Hz ÷ 800 Hz największy spadek wartości C_s stwierdzono w mleku bez dodatku partykułatu – 110,90 μF , a najmniejszy w mleku z 2 % dodatkiem PWPC – 82,11 μF , oba ponad 40 %. Różnice wartości C_s między mlekiem bez dodatku partykułatu a próbkami zawierającymi 1 i 2 % dodatku koncentratu wynosiły odpowiednio 27,93 % i 26,21 % (wielkości średnie w odniesieniu do wartości C_s przy częstotliwościach 40 Hz, 400 Hz i 800 Hz).

Zmiany kąta przesunięcia fazowego mleka z różnym dodatkiem PWPC przedstawiono na rys. 4. Wartość przesunięcia w przypadku każdego rodzaju mleka przyjmowała wartości ujemne, co świadczy o tym, że badane próbki miały charakter pojemnościowy, czyli gromadziły ładunek elektryczny na powierzchni swoich cząsteczek.

Największe wartości przesunięcia fazowego odnotowano w mleku z 1 i 2 % dodatkiem koncentratu. Wartości tego parametru w przypadku tych prób nie różniły się od siebie statystycznie w całym przedziale badanych częstotliwości. Nie wykazywały również istotnych różnic w porównaniu z wartościami mleka bez dodatku PWPC, zmierzonymi powyżej częstotliwości 100 Hz. Największą zmianę odnotowano w przypadku mleka bez dodatku partykułatu – 90,95 % w zakresie 40 Hz ÷ 800 Hz

($-10,05^\circ$ i $-0,91^\circ$) i 84,08 % w zakresie 40 Hz ÷ 400 Hz ($-10,05^\circ$ i $-1,60^\circ$). Wartości kąta przesunięcia próbek mleka zawierającego dodatek PWPC różniły się od wartości θ mleka bez dodatku koncentratu o 39,84 % w mleku z 1 % dodatkiem i 46,60 % w mleku z 2 % dodatkiem PWPC (podano wartości średnie w odniesieniu do częstotliwości 40 Hz, 400 Hz i 800 Hz).



Rys. 3. Wpływ dodatku PWPC do mleka serowarskiego na pojemność szeregową Cs.

Fig. 3. Effect of PWPC added to cheese milk on capacitance Cs

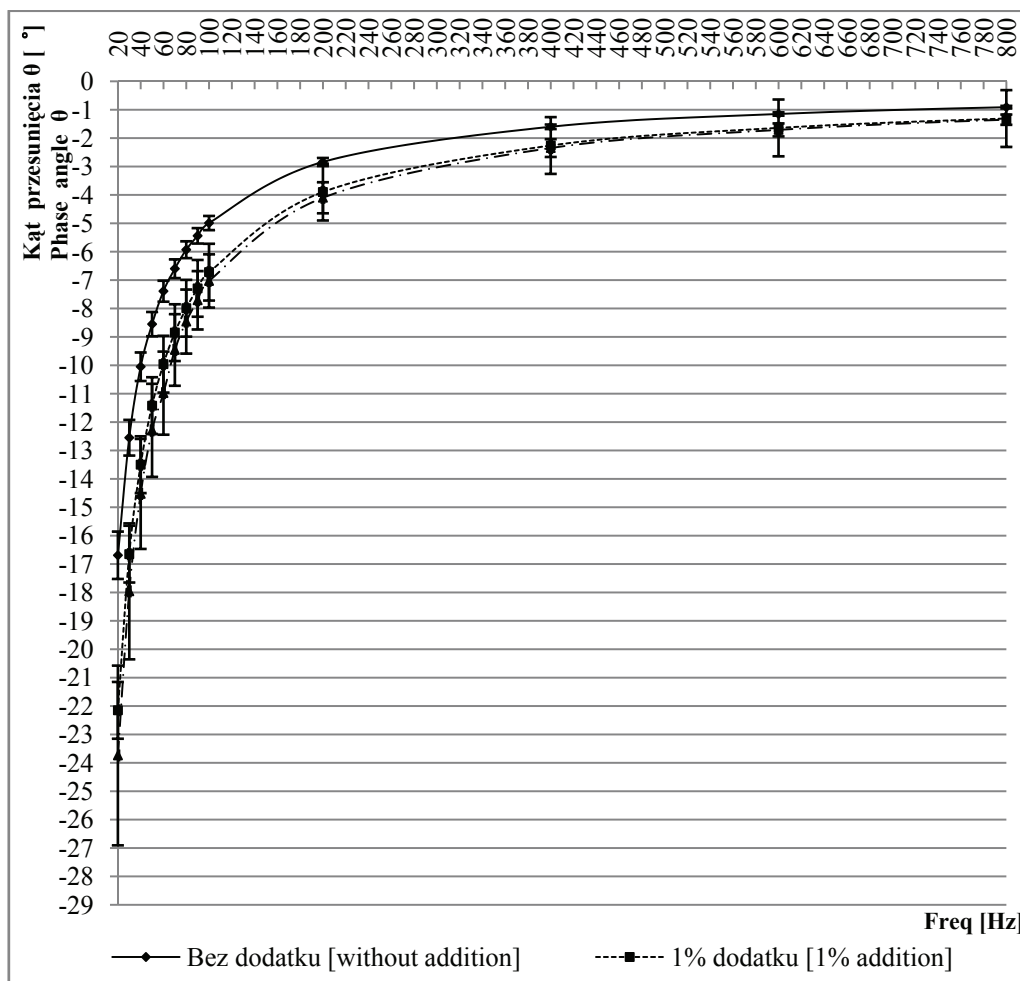
Dodatek koncentratu partykułowanych białek serwatkowych do mleka serowarskiego powodował znaczącą zmianę współczynników przewodnościowych dopiero

przy 2 % dodatku PWPC, przy dodatku 1 % wartości tych współczynników nie różniły się statystycznie od wyników mleka bez dodatku koncentratu. W przypadku współczynnika pojemnościowego już 1 % dodatku partykułatu powodował zmniejszenie tego wyróżnika, w porównaniu z mlekiem bez dodatku. Zmniejszenie się przewodności mleka z dodatkiem PWPC można tłumaczyć zwiększeniem się ilości cząsteczek dużych rozmiarów (partykułowane białka serwatkowe $1 \div 10 \mu\text{m}$), które utrudniają przemieszczenie się jonów i małych cząsteczek będących nośnikami elektronów, a tym samym powodują wzrost oporności [4, 9]. Zmniejszenie się pojemności szeregowej mleka z dodatkiem PWPC może być wywołane wprowadzeniem do ośrodka dużej ilości cząsteczek, które ze względu na swoją budowę nie są aktywne elektrycznie, w przeciwieństwie do kazeiny posiadającej dużą liczbę grup funkcyjnych na swojej powierzchni [15].

Kąt przesunięcia fazowego przyjmuje wartości ujemne, co świadczy o pojemnościowym charakterze mleka serowarskiego [12]. Dodatek PWPC w ilości 1 % powodował zwiększenie kąta przesunięcia fazowego (wartość bezwzględna), jednak różnica pomiędzy wartościami tego współczynnika w przypadku mleka z 1 % i 2 % dodatkiem koncentratu statystycznie nie występował. Począwszy od częstotliwości 200 Hz różnica ta przestała być istotna między wszystkimi rodzajami badanego mleka.

Na podstawie przedstawionych wyników badań można stwierdzić, że wpływ, jaki dodatek PWPC wywiera na właściwości elektryczne mleka serowarskiego, może być wykorzystany (w przypadku zestawienia kilku współczynników) do jakościowej oceny mleka serowarskiego (stwierdzenie czy partykułat został dodany do mleka), jednak nie można zastosować tej metody pomiarowej do ilościowej oceny dodatku PWPC do mleka serowarskiego.

Zmiana częstotliwości pomiaru w każdym przypadku ma wpływ na mierzone wielkości, przy czym największe zmiany obserwuje się w zakresie 20 Hz \div 200 Hz, natomiast powyżej 400 Hz zmiany te nie są już tak istotne. W przypadku parametrów przewodnościowych i kąta przesunięcia fazowego największy wpływ częstotliwości na badane rodzaje mleka odnotowano w mleku z 1 % i 2 % dodatkiem PWPC, przy czym zazwyczaj większy dla drugiego z wymienionych. Natomiast w przypadku pojemności szeregowej zmiana częstotliwości ma większy wpływ na wyniki pomiaru w przypadku mleka bez dodatku partykułatu.



Rys. 4. Wpływ dodatku PWPC do mleka serowarskiego na kąt przesunięcia fazowego θ .

Fig. 4. The effect of PWPC added on θ phase angle.

Wnioski

1. Wzbogacenie mleka serowarskiego koncentratem partykułowanych białek serwatkowych powoduje znaczącą zmianę współczynników przewodnościowych dopiero przy 2 % dodatku PWPC, przy dodatku 1 % wartości tych współczynników nie różnią się statystycznie od wyników mleka bez dodatku koncentratu.
2. Przy 1 % dodatku partykułatu do mleka istotnie mała współczynnik pojemnościowy C_s w porównaniu z mlekiem bez dodatku partykułatu. Jednak różnica wielkości zmniejszenia tego współczynnika w mleku z 1 % i 2 % dodatkiem była już statystycznie nieistotna.

3. Zmiana częstotliwości pomiaru ma wpływ na mierzone parametry elektryczne, przy czym największe zmiany obserwuje się w zakresie 20 Hz ÷ 200 Hz, natomiast powyżej 400 Hz zmiany te nie są już tak istotne.
4. Na podstawie pomiaru właściwości elektrycznych nie można określić ilości dodanego koncentratu PWPC do mleka serowarskiego.

Literatura

- [1] Banach J.K., Żywica R., Kielczewska K.: Effect of homogenization on milk conductance properties. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2008, **58**, 107-111.
- [2] Borys A., Pieczonka W., Sławniak S.: Konduktometryczna metoda określania stopnia rozwodnienia mleka. *Przegl. Mlecz.*, 1982, **6**, 10-12.
- [3] Czerniewicz M., Kruk A., Żywica R.: Poziom wapnia jonowego a właściwości elektryczne mleka surowego. VIII Sesja Naukowa: Postęp w technologii, technice i organizacji mleczarstwa. Olsztyn 2002, ss. 55-62.
- [4] Felice C.J., Madrid R.E., Olivera J.M., Rotger V.I., Valentinuzzi M.E.: Impedance microbiology: quantification of bacterial content in milk by means of capacitance growth curves, *J. Microbiol. Methods*. 1999, **35**, 37-42.
- [5] Jurczak M. E.: Mleko – produkcji, badanie, przerób. Wyd. SGGW, Warszawa 2003.
- [6] Kulozik U., Tolkach A., Bulca S., Hinrichs J.: The role of processing and matrix design in development and control of microstructures in dairy food production – a survey. *Int. Dairy J.*, 2003, **8**, 3.
- [7] Lawton B.A., Pethig R.: Determining the fat content of milk and cream using AC conductivity measurements. *Measurement Sc. & Techn.*, 1993, **4**, 38-41.
- [8] Lin Teng Shee F., Bazinet P. A.: Relationship between electrical conductivity and demineralization rate during electroacidification of cheddar cheese whey. *J. Membrane Sci.*, 2005, **265**, 100-106.
- [9] Mabrook M.F., Petty M.C.: Application of electrical admittance measurements to the quality control of milk. *Sensors and Actuators B*, 2002, **84**, 136-141.
- [10] Mabrook M.F., Petty M.C.: Effect of composition on the electrical conductance of milk. *J. Food Eng.*, 2003, **60**, 321-325.
- [11] Mabrook M.F., Petty M.C.: A novel technique for the detection of added water to full fat milk using single frequency admittance measurements. *Sensors and Actuators B*, 2003b, **96**, 215-218.
- [12] Markiewicz H.: Aparaty elektryczne. PWN, Warszawa 1989.
- [13] Nielsen M., Deluyker H., Schukken Y.H., Brand A.: Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance. *J. Dairy Sci.*, 1992, **75**, 606-614.
- [14] Norberg E.: Electrical conductivity of milk as phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: A review. *Livestock Production Science*, 2005, **96**, 129-139.
- [15] Pijanowski E.: Zarys chemii i technologii mleczarstwa. T. I, PWRiL, Warszawa 1984.
- [16] Sadat A., Mustajab P., Khan I.A.: Determining the adulteration of natura milk with synthetic milk Rusing Ac conductance measurement. *J. Food Eng.*, 2006, **77**, 472-477.
- [17] Schier G., Paar S.: Integration von partikulierten Molkenproteinen (PWPC) in Weichund Schnittkäse – Teil 2. *Deutsche Milchwirtschaft*, 2003, **23/24**, 5.
- [18] ST – Gelais D., Champagne C. P.: The use of electrical conductivity to follow acidification of dairy blends. *Int. Dairy J.*, 1995, **5**, 427-438.
- [19] Szpendowski J., Żywica R., Wilczewska J.: Charakterystyka właściwości elektrycznych serwatki i permeatu ultrafiltracyjnego otrzymanych przy produkcji serków twarogowych. *Przegl. Mlecz*, 2002, **10**, 453-456.

- [20] Therdthai N., Zhou W.: Artificial neural network modeling of the electrical conductivity property of recombined milk. *J. Food Eng.*, 2001, **50**, 107-111.
- [21] Żywica R., Budny J.: Changes of selected physical and chemical parameters of raw milk during storage. *Czech J. Food Sc.*, 2000, **245**, 241-242.


EFFECT OF PARTICULATED WHEY PROTEIN CONCENTRATE (PWPC) ADDED TO CHEESE MILK ON ITS ELECTRICAL PROPERTIES

Summary

The investigations discussed in this paper were performed in order to determine the effect of particulated whey protein concentrate (PWPC) added to cheese milk on its electrical properties. A concentrate of particulated whey proteins and cheese milk without the addition of PWPC and with 1 and 2 % additions of PWPC constituted the material for investigations. All of the analysed samples were produced under the industrial conditions. The following characteristics were investigated: impedance, admittance, C_s capacitance, and the phase angle.

The investigations proved that the addition of PWPC to cheese milk caused a significant change in the conductance coefficients only when the amount of PWPC added was 2 %. When the PWPC addition was close to 1 %, the values of the characteristics studied did not statistically differ from the obtained in the case of cheese milk with no PWPC added. When the PWPC addition was 1 %, the C_s capacitance was significantly reduced compared to the cheese milk without PWPC added. Yet, as for the milk with 1 and with 2 % of PWPC, the difference in their C_s capacitance reduction scale was not statistically significant. Furthermore, in all the cases studied, a change in the measurement frequency impacted the measured characteristics: the highest changes were found in the range from 20 Hz to 200 Hz of frequency, and above 400 Hz of frequency, those changes were not essential.

While summing up the investigation results, it was found based on the changes in the measured electrical characteristics of cheese milk that it was possible to determine the PWPC addition exclusively qualitatively and not quantitatively.

Key words: participation, whey protein, electrical characteristics, impedance, admittance, C_s capacitance, phase angle 

GRZEGORZ BIENKIEWICZ, ZDZISŁAW DOMISZEWSKI, DOMINIKA PLUST,
BARBARA CZERNIEJEWSKA-SURMA

ZAWARTOŚĆ DŁUGOŁAŃCUCHOWYCH POLIENOWYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH *n-3* W PALUSZKACH RYBNYCH

Streszczenie

Długołańcuchowe polienowe kwasy tłuszczowe z rodziny *n-3* (LC *n-3* PUFA) są szczególnie cenne ze względów żywieniowych. Głównym ich źródłem są lipidy ryb. Paluszki rybne będące przedmiotem badań łączą w sobie zarówno lipidy mięśniowe ryb (rdzeń), jak również lipidy roślinne (panier). Celem pracy była ocena paluszków rybnych dostępnych na rynku krajowym jako źródła LC *n-3* PUFA. Badaniom poddano siedem sortymentów pochodzących od różnych producentów i wyprodukowanych z różnych surowców. Oznaczano udział panieru, zawartość lipidów i skład kwasów tłuszczowych w panierce, rdzeniu i całym produkcie. Wykazano, że badane paluszki rybne są ubogim źródłem istotnych żywieniowo kwasów LC *n-3* PUFA. Zawierały one w składzie od 0,09 do 0,16 g LC *n-3* PUFA/100 g produktu przy zawartości tłuszczu przed ostateczną obróbką cieplną (smażenie) na poziomie od 6 do 8 %. Wyjątek stanowił sortyment D, wyprodukowany z ryby tłustej, który zawierał nawet dziesięciokrotnie więcej LC *n-3* PUFA, przy dwukrotnie większej zawartości tłuszczu, w odniesieniu do pozostałych badanych paluszków rybnych.

Słowa kluczowe: paluszki rybne, lipidy rybne, kwasy tłuszczowe *n-3*

Wprowadzenie

Paluszki rybne to wyroby otrzymane w wyniku pocięcia na kawałki o formie prostopadłościanu mrożonych bloków mięsa rybiego, najczęściej mielonego, zmieszanego z odpowiednimi dodatkami, poddane panierowaniu mokrym i suchym panierem, zamrożone, zapakowane w opakowania jednostkowe i przechowywane w ujemnych temperaturach zgodnie z obowiązującymi wymaganiami. W handlu pod nazwą paluszków rybnych sprzedawane są również wyroby z ciętych bloków filetów rybnych. Technologia produkcji paluszków rybnych umożliwia wykorzystanie różnorodnych gatunków

Dr inż. G. Bienkiewicz, dr inż. Z. Domiszewski, dr inż. D. Plust, dr hab. inż. B. Czerniejewska-Surma, Katedra Towaroznawstwa i Oceny Jakości, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin

ryb do produkcji [4, 9, 14]. Dominującym składnikiem paluszków rybnych jest mięso z ryb, które według deklaracji producentów stanowi ponad 60 % produktu.

Jednym z podstawowych składników mięsa ryb są cenne żywieniowo lipidy, szczególnie bogate w długołańcuchowe nienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny *n-3* (LC *n-3* PUFA). Zawartość LC *n-3* PUFA zależy od gatunku ryby i szeregu czynników biologicznych, największa zawartość tego rodzaju lipidów znajduje się w mięsie ryb morskich, zwłaszcza pochodzących z zimnych wód, mniej w rybach słodkowodnych, najmniej zaś w rybach hodowlanych [1, 11 - 13]. Dzielne zapotrzebowanie na LC *n-3* PUFA wynosi około 0,5 g na dobę [8, 11]. Ze względu na to, że paluszki rybne są produktem mrożonym o długim terminie przydatności do spożycia, w czasie przechowywania mogą w nich zachodzić zmiany cech sensorycznych i obniżanie jakości. Najbardziej narażone na te niekorzystne zmiany są przede wszystkim lipidy – szczególnie w przypadku ryb tłustych [11, 15], ale również białka. W procesie mrożenia i przechowywania zamrażalniczego gotowego produktu może dochodzić również do wielu zmian w strukturze związków odżywczych, co w istotny sposób wpływa np. na teksturę gotowego wyrobu [5 - 10].

Paluszki rybne, jako produkt łatwy i wygodny w przygotowaniu do spożycia, zdobywają coraz większą popularność wśród konsumentów. Dodatkowo jako wyrób panierowany są one produktem łączącym składniki żywieniowe obecne w rybach, jak również składniki roślinne wchodzące w skład panieru, między innymi skrobia, mąka, oleje roślinne itp. Jako połączenie składników odżywczych roślinnych (panier) i zwierzęcych (rdzeń) paluszki rybne mogą stanowić cenny żywieniowo produkt, łatwy do przygotowania i spożycia przez konsumenta oraz atrakcyjny sensorycznie [6, 18, 19]

Celem pracy była ocena wybranych paluszków rybnych pochodzących od różnych producentów ze szczególnym uwzględnieniem zawartości tłuszczu i składu kwasów tłuszczowych, w tym cennych żywieniowo kwasów LC *n-3* PUFA.

Material i metody badań

Paluszki rybne pochodzące od różnych producentów scharakteryzowano w tab. 1.

Wszystkie analizowane sortymenty charakteryzowały się minimum trzymiesięcznym terminem przydatności do spożycia. Przed oznaczeniem paluszki rozmrażano przez 4 h w temp. 20 °C.

W badanych paluszkach oznaczano stosunek panieru do rdzenia (m/m) według AOAC [2] podając ich udział w procentach. Lipidy ekstrahowano metodą Bligha i Dyera [3]. Zawartość lipidów oraz skład kwasów tłuszczowych oznaczano w panierce, rdzeniu oraz w całym produkcie. Zawartość lipidów oznaczano wagowo po odparowaniu rozpuszczalnika z 10 cm³ ekstraktu i przeliczano na zawartość tłuszczu w 100 g próby. W ekstraktach lipidowych oznaczano ilościowo i jakościowo skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej (GC), przy użyciu chromato-

grafu gazowego Agilent Technology 7890A, USA, sprzężonego z detektorem masowym. Estry metylowe przygotowywano, a następnie rozdzielano zgodnie z PN ISO [17] w kolumnie kapilarnej o długości 100 m, pokrytej fazą stacjonarną SP2360 firmy Supelco, o średnicy wewnętrznej 0,25 μm . Gaz nośny stanowił hel, przepływający z prędkością 10 cm^3/min , temperatura dozownika i detektora wynosiła 220 $^{\circ}\text{C}$, a całkowity czas analizy 45 min. Identyfikacji poszczególnych kwasów tłuszczowych dokonywano poprzez porównanie widm masowych oznaczonych substancji oraz czasów retencji z wzorcami estrów metylowych kwasów tłuszczowych (FAME) firmy SUPELCO.

Tabela 1

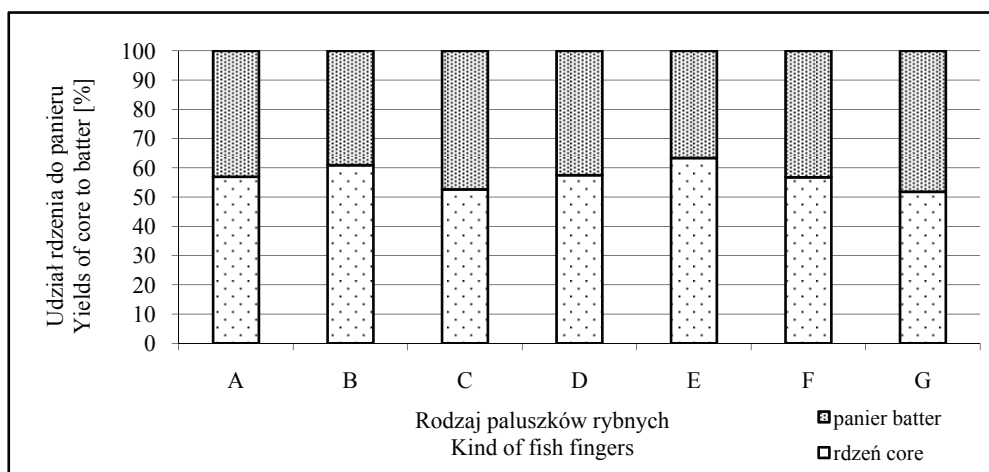
Charakterystyka składników badanych paluszków rybnych.
Profile of ingredients of the fish fingers investigated.

Produkt Product	Rdzeń (rodzaj fileta) Core (kind of fish)	Pozostałe składniki Other ingredients
A	mintaj, morszczuk, dorsz, buławik, czarniak, sandacz, fladra, plamiak	mąka pszenna, olej roślinny, skrobia ziemniaczana, grysik ryżowy, błonnik pszenny, płatki ziemniaczane sól, przyprawy
B	mintaj, morszczuk, sieja, miruna, witlinek	mąka pszenna, skrobia ziemniaczana, modyfikowana skrobia kukurydziana E 1422, środek spulchniający, sól, przyprawy
C	dorsz - filet	mąka pszenna, drożdże, tłuszcz utwardzony, sól, papryka
D	łosoś norweski - filet	mąka pszenna, skrobia pszenna, włókna pszenicy, płatki kukurydziane, białko mleka, glukoza, olej słonecznikowy, sól, przyprawy
E	mintaj - filet	mąka pszenna, skrobia ziemniaczana, olej roślinny, sól, przyprawy
F	mintaj, czarniak, miruna, morszczuk	mąka pszenna, skrobia ziemniaczana, olej roślinny, sól, przyprawy
G	mintaj, morszczuk	mąka pszenna, skrobia ziemniaczana, olej roślinny, sól, przyprawy

Wyniki przedstawione w tabelach i na rysunkach są średnią arytmetyczną z trzech równoległych powtórzeń. Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu Statistica 5.0. Wyliczono istotne różnice za pomocą testu post-hoc, a weryfikację prowadzono na poziomie $p = 0,005$.

Wyniki i dyskusja

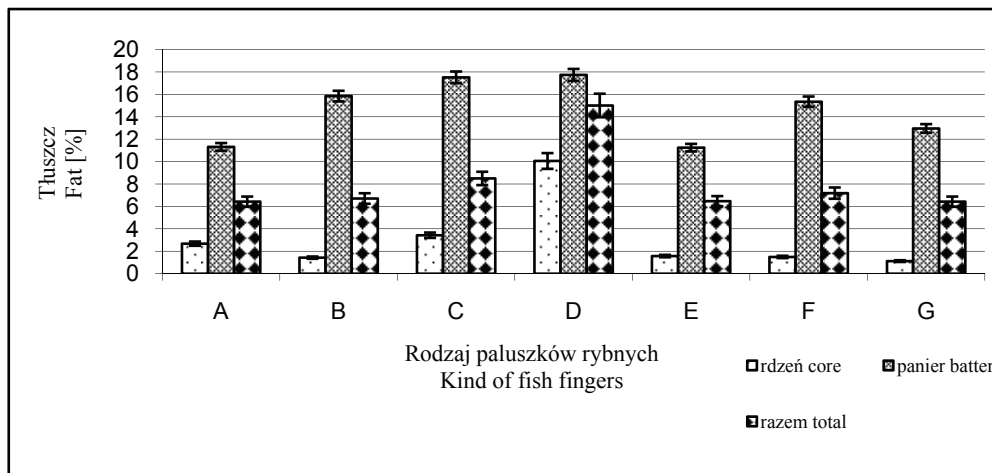
Ocenie poddano siedem sortymentów paluszków rybnych pochodzących od różnych producentów. Ich charakterystykę przedstawiono w tab. 1. Ilość rdzenia w stosunku do panieru mieściła się dla wszystkich prób w przedziale od 50 do 60 % (rys. 1). Jest to ilość nieco mniejsza od standardów obowiązujących w Wielkiej Brytanii, które zakładają udział głównego składnika na poziomie nie mniejszym niż 65 % [9]. W ustawodawstwie krajowym nie określa się wymagań dotyczących stosunku ryby do rdzenia [7]. Ilość panieru jest bardzo istotna nie tylko ze względu na wygląd i teksturę gotowego produktu, ale również skład kwasów tłuszczowych w całym produkcie po ostatecznej obróbce termicznej. Jak podają Moradi i wsp. [16], w zależności od zastosowanej obróbki cieplnej (pieczenie, smażenie, ogrzewanie mikrofalowe) zmienia się w sposób istotny skład kwasów tłuszczowych, a szczególnie udział kwasów EPA i DHA. Szczególnie istotne jest to w produkcie po procesie smażenia ze względu na dużą sorpcję tłuszczu smażalniczego przez panier.



Rys. 1. Udział rdzenia (ryby) do panieru [%].

Fig. 1. Per cent content of core (of fish) compared batter content [%].

Sortymenty C, D i E wyprodukowane były z filetów jednego gatunku ryby, pozostałe stanowiły mieszanki różnych gatunków ryb. Wszystkie paluszki rybne poza partią D wyprodukowane były z ryb chudych, a zawartość tłuszczu w rdzeniu nie przekraczała 3,5 % (rys. 2). Najwięcej tłuszczu, od 10 do 18 %, znajdowało się w panierce. Średnia zawartość tłuszczu w całym produkcie wynosiła od około 6 do 8 % we wszystkich sortymentach, z wyjątkiem produktu D wyprodukowanego z filetów z łososia, w którym zawartość tłuszczu wynosiła 15 % (rys. 2). Zwiększona zawartość tłuszczu w tym sortymencie związana była z użyciem ryby tłustej, stanowiącej rdzeń produktu.



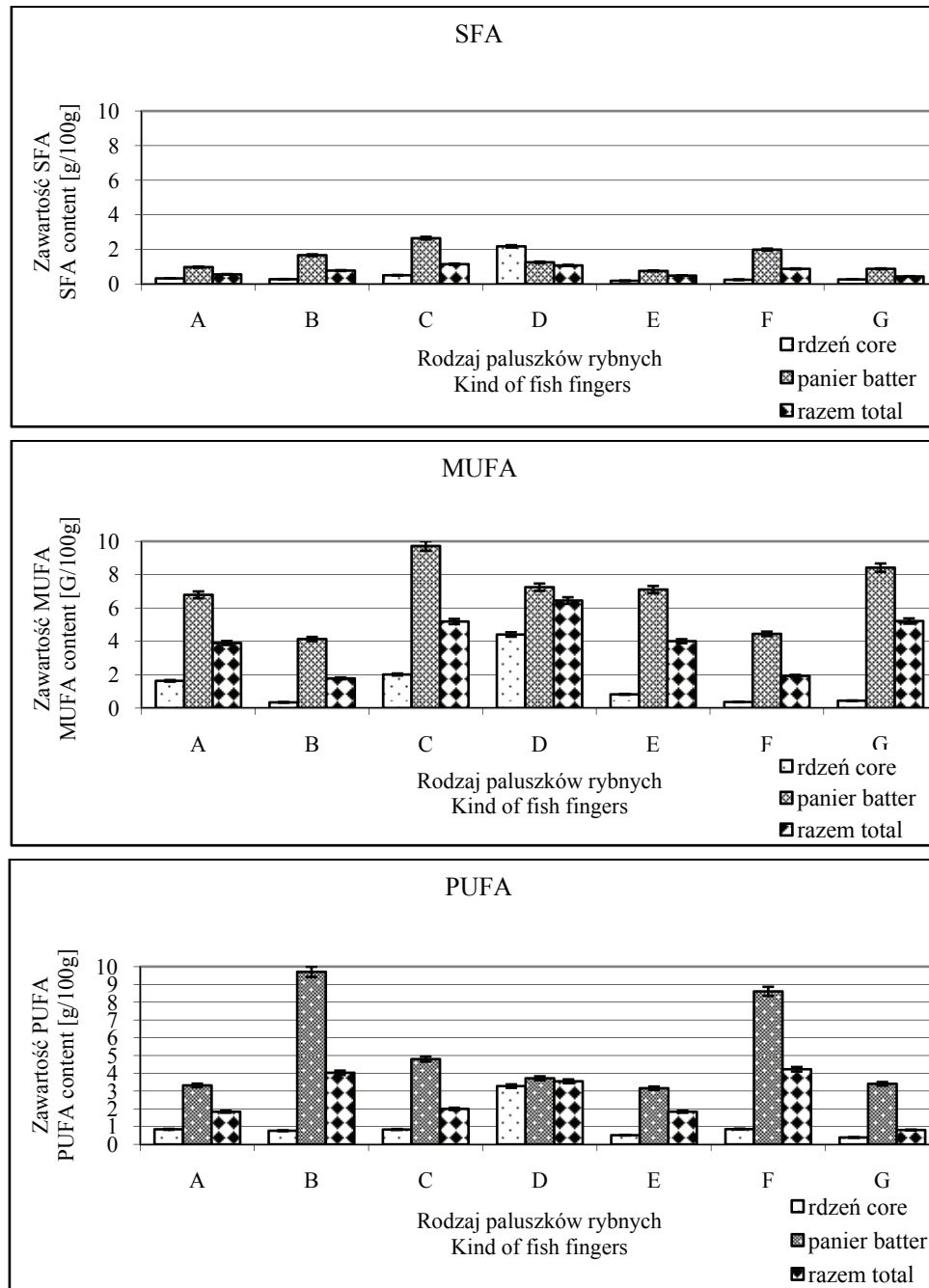
Rys. 2. Zawartość tłuszczu w panierce, rdzeniu i całych paluszkach rybnych.

Fig. 2. Content of fat in batter, core, and in whole fish fingers.

Większość sortymentów paluszków rybnych dostępnych na rynku produkowana jest jednak z ryb chudych. Powodem takiego postępowania jest to, że lipidy ryb tłustych podczas przechowywania zamrażalniczego jęlczeją znacznie szybciej niż lipidy ryb chudych. Wykazali to w swojej pracy Cakli i wsp. [4], sprawdzając zastosowanie nowych gatunków ryb: sardynki, witlinka i sandacza do produkcji paluszków rybnych. W czasie ośmiu miesięcy składowania paluszki z sardynki nie nadawały się do spożycia.

Dokonując dalszej oceny badanych sortymentów paluszków rybnych przeanalizowano zawartość poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w panierce, rdzeniu i całym produkcie. Wyniki przedstawiono na rys. 3.

Dominującą grupą kwasów tłuszczowych były kwasy monoenurowe (MUFA). Najwięcej tych kwasów znajdowało się w panierce, a dominowały one w sortymentach C i G. Analizując zawartość polienowych kwasów tłuszczowych (PUFA) w całym produkcie, stwierdzono ich największą zawartość w paluszkach B, D i F. Jednak w przypadku produktu B i F głównym ich źródłem były lipidy panieru, w tym oleju roślinnego zaabsorbowanego przez składniki panieru w procesie podsmażania. Zwracają na to również wagę Moradi i wsp. [16], którzy badali panierowane filety ryb pod względem składu kwasów tłuszczowych w zależności od sposobu ostatecznej obróbki cieplnej. Panier także zawiera duże ilości lipidów, głównie pochodzenia roślinnego, które w swoim składzie nie zawierają długołańcuchowych polienowych kwasów tłuszczowych *n-3* (LC *n-3* PUFA). Głównym źródłem tych ważnych żywieniowo kwasów tłuszczowych są przede wszystkim lipidy ryb [11]. W tab. 2. zestawiono zawartość



Rys. 3. Zawartość kwasów nasyconych (SFA), jednonienasyconych (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA) w panierce, rdzeniu i całych paluszkach rybnych.

Fig. 3. Contents of SFA, MUFA, and PUFA fatty acids in batter, core, and in whole fish fingers.

kwasów *n*-3 i LC *n*-3 PUFA w całym produkcie. Stwierdzono, że pomimo największej zawartości kwasów PUFA w produktach B i F, zawartość LC *n*-3 PUFA kwasów szczególnie cennych żywieniowo nie różniła się znacząco od pozostałych sortymentów, za wyjątkiem produktu D wyprodukowanego z łososia.

Tabela 2

Zawartość kwasów tłuszczowych *n*-3 PUFA w badanych sortymentach paluszków rybnych [g/100 g produktu].

Contents of *n*-3 PUFA in the investigated products of fish fingers [g/100 g of product].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Rodzaj produktu / Kind of products						
	A	B	C	D	E	F	G
Σ <i>n</i> -3 PUFA	0,47	0,12	0,52	1,34	0,53	0,25	0,18
Σ LC <i>n</i> -3 PUFA	0,07	0,10	0,10	0,96	0,16	0,12	0,09

Wnioski

1. Wśród przeanalizowanych siedmiu rodzajów paluszków rybnych wyprodukowanych z różnych gatunków ryb, przez różnych producentów, najlepszym źródłem kwasów LC *n*-3 PUFA okazał się produkt D – wyprodukowany z filetów z łososia, w którym zawartość tych kwasów wynosiła 0,96 g/100 g produktu.
2. Zawartość kwasów LC *n*-3 PUFA we wszystkich sortymentach (za wyjątkiem sortymentu D – filet z łososia) wynosiła od 0,09 do 0,16 g/100 g produktu.
3. Paluszki rybne nie są dobrym źródłem LC *n*-3 PUFA. Dostarczają one znacznie mniej tych kwasów niż wynosi dzienne zapotrzebowanie, a jednocześnie dostarczają dużo kalorii ze względu na wysoką zawartość tłuszczu i węglowodanów.
4. W przypadku sortymentów paluszków rybnych wyprodukowanych z ryb tłustych, np. z łososia, istnieje ryzyko, że czas przechowywania tego sortymentu będzie krótszy i nastąpi obniżenie jakości sensorycznej w czasie składowania zamrażalnicy wskutek procesów jęlczenia lipidów.

Praca wykonana w ramach projektu pt. „Określenie zawartości niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych NNKT w rybach i produktach rybnych oraz owocach morza dostępnych na rynku krajowym” współfinansowanego przez Unię Europejską z Instrumentu Finansowego Wspierania Rybołówstwa w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Rybołówstwo i Przetwórstwo Ryb 2004 – 2006. Umowa nr 00057-61535-OR1600019/07.

Literatura

- [1] Ackman R.G.: Seafood lipids. In: *Seafoods, Chemistry, Processing Technology and Quality*. Shashidi F. and Bootta J. R. Eds. Blackie Academic and Professional. London 1994, pp. 34-48.
- [2] AOAC Method 996.15: Estimation of fish content.
- [3] Bligh E.G., Dyer W.J.: A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 1959, **37**, 911-917.
- [4] Cakli S., Taskaya L., Kışla D., Celki U., Ataman C. A., Cadun A., Kilinc B., Maleki R. H.: Production and quality of fish fingers from different fish species. *Eur. Food Res. Technol.*, 2005, **220**, 526-530.
- [5] Celik U., Cakli S., Taskaya L.: The biochemical composition, physical and chemical quality control of frozen fishery product for consumption in a supermarket. *Eur. J. Fish Aquatic Sci.*, 2002, **19 (1-2)**, 85-96.
- [6] Chuapochuk B., Raksakulthai N.: Fish fingers from minced fish. *Fisheries Gazzette.*, 1982, **39**, 371-375.
- [7] Codex Alimentarius. Codex Standard for Quick Frozen Fish Sticks (Fish Fingers), Fish Portions and Fish Fillets - Breaded or in Batter Codex Stan 166 - 1989, REV 2 – 2004.
- [8] Drevon Ch.A., Harris B., Sinclair A., Spector A.: Recommendations for intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults. *Int. Society for the Study of Fatty Acids and Lipids*, June 2004.
- [9] Elahi S., Thurlow K.: Case Study: Fish Content of Fish Fingers, Statutory Analysis Government Chemist Programme, UK 2007, pp.1-21.
- [10] Hesieh Y.L., Regenstein J.M.: Texture changes of frozen stored cod and ocean perch minces. *J. Food Sci.*, 1989, **54 (4)**, 824-826.
- [11] Kołakowska A., Domiszewski Z., Bienkiewicz G.: Effects of Biological and Technological Factors on the Utility of Fish as a Source of *n-3* PUFA. In: *Omega 3 Fatty Acid Research* Teale M. C. Eds, Nova Science Publisher, Inc., 2005, pp. 83-107.
- [12] Kołakowska A., Kołakowski E.: Szczególne właściwości żywieniowe ryb. *Przem. Spoż.*, 2001, **55 (6)**, 10-13
- [13] Kołakowska A., Szczygielski M., Bienkiewicz G., Zienkiewicz L.: Some of fish species as a source of *n-3* polyunsaturated fatty acids. *Acta Ichtiol. Piscat.*, 2000, **30**, 59-70.
- [14] Kołakowski E.: *Technologia farszów rybnych*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1986.
- [15] Lin T.M., Meyers S.P., Godber J.S.: Storage stability of butterfish mince as affected by washing, antioxidants and vacuum packing. *J Aquatic Food Prod Technol.*, 1996, **61 (2)**, 432-438.
- [16] Morami Y., Bakar J., Syed Muhamad S.H., Che Man Y.: Effects of different final cooking methods on physico-chemical properties of breaded fish fillets. *Am. J. Food Tech.*, 2009, **4 (4)**, 136-145.
- [17] PN-EN ISO 5508:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- [18] Schubring R.: Instrumentelle und sensorische Bewertung der Textur von Fischstabchen. *Deutsche Lebensmittel – Rundschau Hef.*, 2000, **6**, 210-219.
- [19] Siaw C.L., Idrus A.Z., Yu Y.: Intermediate technology for fish craker (Keropok) production. *J. Food Technol.*, 1985, **20**, 17-21.

CONTENT OF *n*-3 LONG-CHAIN POLY-UNSATURATED FATTY ACIDS IN FISH STICKS

S u m m a r y

Long-chain poly-unsaturated fatty acids from *n*-3 (LC-*n*-3 PUFA) are especially important owing to their nutrition value. Their main sources are fish lipids. Fish sticks, constituting the research material searched into in this paper, have both the fish lipids (core) and the plant lipids (batter). The objective of this study was to assess fish fingers available on the Polish market as a source of LC *n*-3 PUFA. Seven products from different manufacturers and made from different ingredients were investigated. The per cent contents of batter and lipids were determined along with the fatty acid composition in batter, core, and in the whole product. It was found that the fish sticks investigated were a poor source of nutritionally significant LC *n*-3 PUFA. They contained from 0.09 to 0.16 g LC *n*-3 PUFA/100 g of the product and had a fat content ranging from 6 to 8 % prior to the final heat treatment (frying). The exception was a D assortment manufactured from fat fish with a content of LC *n*-3 PUFA being ten times higher and a fat content twice as high compared with other fish fingers assessed.

Key words: fish fingers, fish lipids, *n*-3 PUFA ☒

KRYSTYNA PALKA, WŁADYSŁAW MIGDAŁ, DOROTA WOJTYSIAK,
MAŁGORZATA NATONEK-WIŚNIEWSKA, AGNIESZKA DUDKIEWICZ,
KAMIL MUZYCZKA, MARCIN WANTUCH, EDYTA BAUERERK

WPLYW RASY I WIEKU ŚWIŃ NA WŁAŚCIWOŚCI MODELOWYCH FARSZÓW MIĘSNYCH I KIELBAS

Streszczenie

Celem badań było porównanie termostabilności modelowych farszów oraz podstawowego składu chemicznego, tekstury i jakości sensorycznej modelowych kielbas wytworzonych z mięsa świń ras pbz, wbp, duroc, pietrain i puławska, ubijanych w wieku 120, 150, 180 i 210 dni. Do badań wykorzystywano mięśnie: najdłuższy grzbietu (*m. longissimus dorsi* - LD) i półbłoniasty (*m. semimembranosus* - SM). Na podstawie różnicy masy farszów przed i po ogrzewaniu wyliczono wydajność i wyciek cieplny. Podstawowy skład chemiczny kielbas oznaczano według Polskich Norm. Analizę profilu tekstury (TPA) i pomiaru siły cięcia wykonywano przy użyciu teksturometru TA-XT2. Analizę sensoryczną przeprowadzał 5-osobowy przeszkolony zespół o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej.

Największą stabilnością cieplną charakteryzowały się farsze z mięsa świń pbz i wbp, a najmniejszą z mięsa duroc. Zawartość białka w kielbasach, niezależnie od rasy i wieku świń, była zbliżona i wynosiła około 13 %. Najmniej wody i najmniej tłuszczu stwierdzono w wyrobach z mięsa świń pbz i duroc, a najwięcej wody i najmniej tłuszczu z mięsa pietrain. Wraz z wiekiem zwierząt, z których pochodziło mięso, zawartość wody w kielbasach zmniejszała się, a tłuszczu zwiększała. Twardość TPA kielbas z mięsa świń ras puławskiej i pietrain była większa niż modelowych produktów z mięsem innych ras. Wartości sprężystości, kohezji, żujności i odbojności kielbas z mięsa świń duroc były większe w porównaniu z kielbasami z mięsa innych ras. Najmniejszą sprężystością i kohezją charakteryzowały się kielbasy z mięsa pietrain i puławskiej. Twardość TPA kielbas z mięsa zwierząt w grupach wiekowych do 180 dni nie zmieniała się, a zwiększała się w produktach z mięsa świń 210-dniowych, natomiast wartości pozostałych parametrów tekstury były istotnie większe w kielbasach z mięsa świń 150-dniowych. Wartości siły cięcia były największe w przypadku modelowych kielbas z mięsa rasy puławskiej i w grupie wiekowej 150 dni, a najmniejsze z mięsa pietrain oraz świń 120-dniowych. Jakość sensoryczna modelowych przetworów była na poziomie dobrym. Najniżej oceniono kielbasy z mięsa rasy duroc oraz ze zwierząt ubitych w 120. dniu. Optymalną przydatnością do produkcji kielbas drobno rozdrobnionych parzonych charakteryzowało się mięso świń ras pbz, wbp, puławskiej i pietrain ubitych w 150. dniu chowu. Mniej przydatne do tego rodzaju przetworów było mięso świń duroc.

Prof. dr hab. K. Palka, prof. dr hab. W. Migdał, mgr inż. A. Dudkiewicz, mgr inż. K. Muzyczka, mgr inż. M. Wantuch, E. Bauerer, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, dr D. Wojtysiak, Katedra Rozrodu i Anatomii Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, dr M. Natonek-Wiśniewska, Instytut Zootechniki PIB, 32-083 Balice

Słowa kluczowe: świnie, rasa, wiek, farsze mięsne, kiełbasy, tekstura, jakość

Wprowadzenie

W Polsce podstawowym surowcem do produkcji przetworów mięsnych, w tym kiełbas, jest wieprzowina. Kiełbasy drobno rozdrobnione typu parówkowa należą do popularnych, relatywnie tanich i powszechnie spożywanych przetworów mięsnych [8]. Aby sprostać wymaganiom konsumentów, producenci powinni dbać o utrzymanie dobrej jakości tego rodzaju kiełbas poprzez odpowiedni dobór surowców, prawidłowy przebieg procesu technologicznego oraz właściwe warunki przechowywania i transportu gotowych wyrobów. Jakość przetworów mięsnych determinowana jest przede wszystkim jakością mięsa kierowanego do ich produkcji. Z kolei cechy jakościowe mięsa wieprzowego zależą od bardzo wielu czynników, w tym: przyżyciowych (typ użytkowy, rasa, płeć, wiek, genetyczna podatność na stres, system tuczu i rodzaj paszy, warunki transportu i przetrzymywania w rzeźni, odpoczynek i głodówka przedubojowa), techniki oształamiania oraz prawidłowego wychłodzenia tusz po uboju [13]. Z rasą i wiekiem zwierzęcia związane jest między innymi przetłuszczenie śródmięśniowe (marmurkowatość), proporcje i średnica włókien mięśniowych oraz wodochłonność mięsa [4, 10, 13], co ma bezpośredni wpływ na takie wyróżniki jakości przetworów, jak smakowitość, kruchość i soczystość. W czasie produkcji kiełbas drobno rozdrobnionych jednym z podstawowych procesów jednostkowych jest kutrowanie surowców, w celu wytworzenia takiego układu wszystkich składników farszu, by dostatecznie rozdrobniony tłuszcz został optymalnie przestrzennie zdyspergowany i otoczony warstwą białkową oraz, aby ten układ był stabilny. Warunkiem uzyskania stabilnego farszu i dobrej jakości wędliny jest zachowanie odpowiedniej proporcji białka do tłuszczu oraz utrzymanie właściwej temperatury układu, która po zakończeniu procesu kutrowania nie powinna przekraczać 15 °C [3, 9].

Celem pracy było określenie stabilności cieplnej modelowych farszów oraz składu chemicznego, tekstury i jakości sensorycznej wytworzonych z nich kiełbas drobno rozdrobnionych parzonych, w zależności od pochodzenia wieprzowiny użytej do produkcji. Czynnikiem różnicującymi były rasa i wiek świń, z których pozyskiwano mięso.

Material i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły mięśnie: najdłuższy grzbietu (*m. longissimus dorsi*) i półbłoniasty (*m. semimembranosus*) pochodzące z tuczników ras pbz, wbp, duroc, pietrain i puławska w wieku 120, 150, 180 i 210 dni oraz słonina. Mięśnie wycinano z wychłodzonych półtuszy, a następnie zamrażano i przechowywano w tempera-

turze -18 °C do czasu wytwarzania modelowych kielbas (kilka tygodni). W skład receptury kielbas wchodziło 70 % mięsa i 30 % słoniny. Surowce mięsno-tłuszczowe wstępnie rozdrabniano w wilku laboratoryjnym przez siatkę o średnicy oczek 3 mm. Następnie były one w całości kutrowane z dodatkiem: 30 % lodu łuskowego, 2 % NaCl, 0,85 % czosnku i 0,21 % pieprzu w stosunku do ich masy, w kutrze laboratoryjnym, przy maksymalnej prędkości obrotowej noży 1800 obr./min w ciągu około 7 min. Temperatura farszu po zakończeniu procesu nie przekraczała 15 °C. Wykonywano analizy stabilności cieplnej farszów oraz podstawowego składu chemicznego, profilu tekstury, siły cięcia i jakości sensorycznej kielbas. Produkcję modelowych farszów i kielbas przeprowadzono w trzech niezależnych powtórzeniach.

W celu oznaczenia stabilności cieplnej farszu do 3 próbek polietylenowych odważano po około 10 g farszu z dokładnością do 1 g. Probówki zamykano i ogrzewano w łaźni wodnej o temperaturze 72 do 70 °C w centrum geometrycznym, a następnie schładzano pod bieżącą wodą do 10 °C. Ogrzany farsz osuszano bibułą filtracyjną i po wychłodzeniu ważono. Z różnicy masy przed i po ogrzewaniu wyliczano wyciek cieplny. Wydajność farszu i wyciek cieplny podawano w procentach jego wyjściowej masy.

Skład chemiczny modelowych kielbas oznaczano według Polskich Norm: ogólną zawartość wody – metodą suszarkową [17]; białko ogółem – metodą Kjeldahla przy użyciu zautomatyzowanego zestawu typu 343 firmy Buchi, azot przeliczano na białko, stosując przelicznik 6,25 [16]; tłuszcz – metodą Soxleta za pomocą aparatu SOXTEC HTZ-2 firmy Tecator [18]; chlorki – metodą Mohra [15].

Analizę sensoryczną modelowych kielbas, zgodnie z zaleceniami norm [19, 20], przeprowadzał 5-osobowy przeszkolony zespół o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej. Wyróżniki jakości oceniano w skali 5-punktowej z możliwością przyznawania ocen połówkowych. Pięć punktów oznaczało ocenę bardzo dobrą, a jeden punkt ocenę dyskwalifikującą produkt. Jakość ogólną wyliczano mnożąc wartości średnie poszczególnych wyróżników przez współczynniki ważkości (0,15 - związanie plastrów, 0,15 - pożądalność smakowości, 0,1 - wygląd zewnętrzny, 0,1 - struktura przekroju, 0,1 - soczystość, 0,1 - kruchość, 0,1 - słoność, 0,1 - natężenie smakowości, 0,05 - natężenie zapachu, 0,05 - pożądalność zapachu). Analizę wyrobów przeprowadzano na zimno. Ze względu na to, że podczas kutrowania farszu nie dodawano azotan(III) sodu, nie oceniano barwy kielbas, gdyż była ona nietypowa.

Analizę profilu tekstury (TPA) kielbas wykonywano przy użyciu teksturometru TA-XT2 Stable Microsystems. Mierzono następujące parametry tekstury: twardość, sprężystość, kohezję, żujność i odbojność, stosując test podwójnego ściskania 10 próbek (o wysokości 15 mm i średnicy 14 mm) z każdej partii kielbasy. Próbkę ściskano do 50 % ich wysokości. Prędkość przesuwu elementu ściskającego wynosiła 1,5 mm/s, a przerwa między naciskami 3 s. Pomiar siły cięcia przeprowadzano przy użyciu tek-

sturometru TA-XT2 i przystawki Warnera-Bratzlera z trójkątnym wycięciem noża. Z każdej partii kielbas wycinano 5 walców o średnicy 14 mm i wysokości 15 mm, a następnie mierzono siłę potrzebną do poprzecznego przecięcia próbek. Prędkość przesuwu noża podczas testu wynosiła 2 mm/s.

Uzyskane wyniki opracowywano przy użyciu programu Statistica for Windows wersja 8. Obliczano wartości średnich arytmetycznych i odchyłeń standardowych. Następnie wykonywano 2-czynnikową analizę wariancji, a różnice między wartościami średnimi określano stosując test Duncana.

Wyniki i dyskusja

Wyniki dotyczące analizowanych właściwości modelowych farszów i kielbas zestawiono w tabelach 1-4, a wyniki analizy statystycznej w tabelach 5 i 6. Wpływ rasy i wieku świń na właściwości fizykochemiczne oraz jakość modelowych farszów i kielbas był wysoko istotny lub istotny, z wyjątkiem ogólnej zawartości białka w kielbasach, która pozostawała na zbliżonym poziomie (tab. 5 i 6).

Tabela 1

Właściwości modelowych farszów mięsnych.
Properties of model meat batters.

Rasa świń Breed of pigs	Wiek ubijanych świń [dni] Age of slaughtered pigs [days]			
	120	150	180	210
Wydajność farszu po obróbce cieplnej [%] Yield of batter after cooking [%]				
Pbz	88,84 ± 1,58	91,36 ± 1,62	93,00 ± 2,10	93,43 ± 0,94
Wpb	90,03 ± 1,17	88,06 ± 0,89	91,35 ± 1,22	91,59 ± 0,75
Duroc	86,33 ± 1,08	82,48 ± 2,34	82,39 ± 0,89	85,63 ± 2,20
Pietrain	97,43 ± 0,48	87,31 ± 0,81	84,57 ± 0,25	86,58 ± 1,15
Puławska	89,45 ± 1,79	86,03 ± 0,72	87,93 ± 0,53	87,56 ± 0,71
Wyciek cieplny [%] Cooking losses [%]				
Pbz	11,16 ± 1,58	8,64 ± 1,62	7,00 ± 2,10	6,57 ± 0,99
Wbp	9,97 ± 1,17	11,94 ± 0,89	8,65 ± 1,22	8,41 ± 0,75
Duroc	13,63 ± 1,05	17,52 ± 2,34	17,61 ± 0,89	14,37 ± 2,20
Pietrain	2,60 ± 0,48	12,69 ± 0,81	15,43 ± 0,25	13,42 ± 1,15
Puławska	10,51 ± 1,79	13,97 ± 0,72	12,07 ± 0,53	12,35 ± 0,71

Wydajność farszów po ogrzewaniu kształtowała się w zakresie od 82,4 do 97,4 % (tab. 1). Największą wydajnością i najmniejszym wyciekem charakteryzowały się farsze z mięsa świń pbz i wbp, pośrednią z mięsa pietrain i puławskiej, a najmniejszą z mięsa duroc (tab. 5). Natomiast niezależnie od rasy świń najbardziej stabilne były farsze z mięsa zwierząt 120- oraz 210-dniowych (tab. 6). Wyciek cieplny zmieniał się odwrotnie proporcjonalnie do wydajności farszu. Porównując wyniki oznaczeń w przypadku zwierząt 150-, 180- i 210-dniowych zauważa się tendencję wzrastającej stabilności cieplnej farszu wraz z wiekiem zwierząt, z których pochodziło mięso. Z badań Krupy [7] dotyczących wpływu systemu chowu świń ras wbp i pbz oraz ich masy ubojowej na skład chemiczny mięsa i jego właściwości fizykochemiczne wynika, że wraz z wiekiem zwierzęcia zmniejsza się wyciek cieplny. Z kolei Toledo i wsp. [21], badając zależność pomiędzy składem, stabilnością i właściwościami reologicznymi surowych farszów mięsnych, stwierdzili, że farsze o większej zawartości białka i wody, a mniejszej tłuszczu charakteryzował mniejszy wyciek podczas ogrzewania. Uzyskane wyniki częściowo potwierdziły zależności ustalone przez tych autorów.

Modelowe kielbasy zawierały w swym składzie 57,3 - 63,7 % wody, 12,4 - 13,4 % białka oraz 22,4 - 26,6 % tłuszczu (tab. 2). Najmniejszą zawartością wody i największą tłuszczu charakteryzowały się kielbasy z mięsa ras pbz i duroc, natomiast najwięcej wody i najmniej tłuszczu zawierały kielbasy z mięsa świń pietrain (tab. 5).

Wraz z wiekiem zwierząt, z których pochodziło mięso, zawartość wody w modelowych kielbasach zmniejszała się, a zawartość tłuszczu zwiększała się (tab. 6). Podobną tendencję zaobserwowali również Ambrosiadis i wsp. [1], analizując skład chemiczny kielbasek greckich. Powszechnie znane z literatury są zależności, że z wiekiem zwierzęcia zawartość wody w mięsie zmniejsza się, a tłuszczu zwiększa oraz że ilość wody jest odwrotnie proporcjonalna do ilości tłuszczu [11]. Można zaryzykować uogólnienie, że przy 30 % poziomie tłuszczu dodanego w czasie produkcji kielbasy drobno rozdrobnionej, zawartość tłuszczu w gotowym produkcie będzie determinowana jego ilością w mięsie kierowanym do produkcji. W tym kontekście wyniki badań potwierdziły również pośrednio wnioski innych autorów, że rasą o największej zawartości tłuszczu w mięsie jest duroc [4, 5, 2, 6]. Natomiast nie potwierdzono wniosków Orzechowskiej i wsp. [12], że mięso ras pbz i pietrain nie różni się zawartością tłuszczu, ponieważ różnice te w kielbasach z udziałem mięsa wymienionych ras były wysoko istotne (tab. 5). Zawartość białka w analizowanych kielbasach, niezależnie od wieku i rasy świń, utrzymywała się na dość wyrównanym poziomie około 13 % (tab. 2, 5 i 6). Zawartość soli kuchennej w modelowych produktach wynosiła 1,7 - 1,9 % i mieściła się w zakresie wartości normatywnych [14].

Tabela 2

Skład chemiczny modelowych kiełbas.
Chemical composition of model sausages.

Rasa świń Breed of pigs	Wiek ubijanych świń [dni] Age of slaughtered pigs [days]			
	120	150	180	210
Zawartość wody [%] Water content [%]				
Pbz	61,72 ± 1,44	61,29 ± 1,23	61,09 ± 0,46	57,31 ± 0,84
Wbp	61,82 ± 0,31	63,70 ± 0,59	63,68 ± 0,47	62,02 ± 0,69
Duroc	63,36 ± 0,85	62,28 ± 0,16	61,26 ± 0,88	57,50 ± 1,86
Pietrain	63,07 ± 0,10	62,58 ± 0,29	62,22 ± 1,14	61,73 ± 0,92
Puławska	62,14 ± 0,54	61,90 ± 0,66	61,70 ± 0,13	61,58 ± 0,39
Zawartość białka (Nx6,25) [%] Protein (Nx6,25) content [%]				
Pbz	13,05 ± 0,72	12,93 ± 0,50	13,15 ± 0,37	13,26 ± 0,56
Wbp	12,38 ± 0,17	12,76 ± 0,54	12,45 ± 0,67	12,95 ± 0,24
Duroc	12,36 ± 0,06	13,29 ± 1,07	12,67 ± 0,43	12,91 ± 0,17
Pietrain	13,45 ± 0,37	12,91 ± 0,21	13,34 ± 0,37	12,88 ± 0,35
Puławska	12,87 ± 0,10	12,84 ± 0,43	12,71 ± 0,31	12,90 ± 0,38
Zawartość tłuszczu [%] Fat content [%]				
Pbz	24,18 ± 0,29	24,27 ± 0,33	24,61 ± 0,47	26,60 ± 0,23
Wbp	24,13 ± 0,37	23,28 ± 0,34	22,58 ± 0,25	23,83 ± 1,39
Duroc	22,83 ± 0,35	23,73 ± 0,30	23,99 ± 0,05	26,42 ± 0,49
Pietrain	22,45 ± 0,45	23,02 ± 0,85	22,44 ± 0,87	22,88 ± 0,76
Puławska	22,90 ± 0,48	23,48 ± 0,13	23,36 ± 0,44	23,50 ± 0,43

Ogólna jakość modelowych kiełbas, oceniana sensorycznie, była na poziomie dobrym. Średnie oceny prób były w zakresie od 3,4 do 4,3 pkt (tab. 3). Najniżej oceniono jakość kiełbas z udziałem mięsa rasy duroc oraz ze zwierząt ubijanych w 120. dniu (tab. 5 i 6). Kiełbasy z mięsa duroc, pomimo że zawierały więcej tłuszczu w porównaniu z produktami z mięsa świń pietrain, puławskiej i wbp, uzyskały niższą ocenę sensoryczną (tab. 5 i 6). Podobne wyniki uzyskali Wood i wsp. [22] oraz Channon i wsp. [2].

Tabela 3

Ocena sensoryczna modelowych kielbas.
Sensory assessment of model sausages.

Rasa świń Breed of pigs	Wiek ubijanych świń [dni] Age of slaughtered pigs [days]			
	120	150	180	210
Ocena sensoryczna – ocena ogólna [pkt] Sensory score assessment – total assessment (evaluation)				
Pbz	3,70 ± 0,10	4,00 ± 0,10	4,20 ± 0,20	4,10 ± 0,10
Wbp	3,50 ± 0,25	4,30 ± 0,30	3,80 ± 0,10	3,90 ± 0,20
Duroc	3,60 ± 0,20	4,00 ± 0,10	3,90 ± 0,10	3,50 ± 0,20
Pietrain	3,40 ± 0,10	4,10 ± 0,15	4,00 ± 0,10	4,20 ± 0,10
Puławska	3,80 ± 0,10	4,00 ± 0,10	4,20 ± 0,10	4,00 ± 0,10

W tab. 4. przedstawiono wyniki analiz profilu tekstury oraz siły cięcia modelowych kielbas. Twardość TPA wahała się w granicach 10,4 - 17,0 N; sprężystość 0,50 - 0,67; kohezja 0,25 - 0,45; żujność 1,6 - 4,9 N i odbojność 0,11 - 0,20. Niezależnie od wieku największą twardością TPA charakteryzowały się kielbasy z mięsa świń rasy puławskiej, pośrednią z mięsa pietrain i niską (na zbliżonym poziomie) z mięsa pozostałych analizowanych ras. Sprężystość modelowych kielbas z mięsa świń rasy pietrain była mniejsza, a z mięsa pozostałych ras utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Wartości kohezji były największe w przypadku kielbas z mięsa duroc i pbz, a najmniejsze z mięsa rasy puławskiej. W wartościach żujności kielbas z mięsa świń różnych ras nie było różnic wysoko istotnych, ale żujność produktów z mięsa duroc była większa, w porównaniu z produktami zawierającymi mięso ras pietrain i puławskiej. Również odbojność kielbas z mięsa duroc była większa w porównaniu z kielbasami z mięsa innych ras, w których analizowane wartości były na zbliżonym poziomie (tab. 5). Generalnie zaobserwowano, że wartości wszystkich parametrów TPA, z wyjątkiem twardości, były większe w przypadku kielbas z mięsa duroc. Wiek zwierząt, z których pochodziło mięso nie miał wpływu na twardość TPA kielbas w grupach wiekowych 120, 150 i 180 dni, a zwiększenie wartości tego parametru zaobserwowano w przypadku kielbas z udziałem mięsa świń ubijanych w 210. dniu.

Tabela 4

Parametry TPA i siła cięcia modelowych kiełbas.
TPA parameters and shear force of model sausages.

Rasa świń Breed of pigs	Wiek ubijanych świń [dni] Age of slaughtered pigs [days]			
	120	150	180	210
Twardość [N] / Hardness [N]				
Pbz	14,06 ± 0,56	13,02 ± 0,57	14,13 ± 0,35	13,13 ± 0,66
Wbp	10,39 ± 0,84	16,05 ± 0,78	11,60 ± 0,93	15,61 ± 0,72
Duroc	12,36 ± 0,86	12,96 ± 0,66	16,36 ± 0,60	11,32 ± 0,14
Pietrain	14,53 ± 0,49	13,18 ± 0,76	12,04 ± 0,73	16,99 ± 0,26
Puławska	16,01 ± 0,72	13,71 ± 0,27	14,12 ± 0,26	16,94 ± 0,82
Sprężystość [-] / Springiness [-]				
Pbz	0,57 ± 0,01	0,58 ± 0,02	0,60 ± 0,03	0,52 ± 0,03
Wbp	0,56 ± 0,03	0,64 ± 0,04	0,54 ± 0,07	0,62 ± 0,05
Duroc	0,62 ± 0,03	0,67 ± 0,02	0,56 ± 0,01	0,55 ± 0,01
Pietrain	0,50 ± 0,01	0,60 ± 0,02	0,50 ± 0,04	0,56 ± 0,04
Puławska	0,56 ± 0,06	0,58 ± 0,02	0,55 ± 0,01	0,66 ± 0,01
Kohezja [-] / Cohesiveness [-]				
Pbz	0,35 ± 0,01	0,38 ± 0,01	0,35 ± 0,02	0,36 ± 0,01
Wbp	0,36 ± 0,04	0,42 ± 0,03	0,25 ± 0,01	0,34 ± 0,04
Duroc	0,45 ± 0,01	0,45 ± 0,02	0,30 ± 0,01	0,31 ± 0,07
Pietrain	0,32 ± 0,01	0,39 ± 0,06	0,30 ± 0,01	0,33 ± 0,02
Puławska	0,27 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,29 ± 0,01
Żujność [N] / Chewiness [N]				
Pbz	2,80 ± 0,13	2,87 ± 0,30	3,03 ± 0,51	2,53 ± 0,34
Wbp	2,03 ± 0,31	4,91 ± 0,32	1,63 ± 0,25	3,41 ± 0,58
Duroc	3,40 ± 0,47	4,12 ± 0,22	3,00 ± 0,13	1,86 ± 0,50
Pietrain	2,57 ± 0,14	3,12 ± 0,40	2,33 ± 0,69	2,92 ± 0,39
Puławska	3,51 ± 0,16	2,34 ± 0,26	1,58 ± 0,36	3,29 ± 0,20
Odbojność [-] / Resilience [-]				
Pbz	0,13 ± 0,02	0,14 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,13 ± 0,01
Wbp	0,13 ± 0,02	0,17 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,15 ± 0,02
Duroc	0,17 ± 0,01	0,20 ± 0,03	0,15 ± 0,01	0,14 ± 0,02
Pietrain	0,11 ± 0,01	0,18 ± 0,04	0,12 ± 0,02	0,13 ± 0,01
Puławska	0,14 ± 0,02	0,13 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,13 ± 0,01
Siła cięcia [N] / Shear force [N]				
Pbz	2,04 ± 0,16	4,31 ± 0,18	3,11 ± 0,30	2,01 ± 0,16
Wbp	1,70 ± 0,15	3,69 ± 0,19	2,05 ± 0,19	4,69 ± 0,45
Duroc	2,14 ± 0,52	2,66 ± 0,20	4,08 ± 0,12	2,18 ± 0,30
Pietrain	1,90 ± 0,13	2,57 ± 0,40	1,94 ± 0,16	1,89 ± 0,18
Puławska	2,05 ± 0,23	3,75 ± 0,24	4,47 ± 0,22	4,25 ± 0,37

Natomiast wartości pozostałych parametrów tekstury były wysoko istotnie większe w przypadku modelowych kielbas z mięsa świń ubitych w 150. dniu (tab. 6). Największymi wartościami siły cięcia charakteryzowały się kielbasy z mięsa świń rasy puławskiej oraz ze zwierząt ubijanych w 150. dniu, a najmniejszymi z mięsa świń pietrain i ze zwierząt 120-dniowych (tab. 5 i 6).

Tabela 5

Średnie najmniejszych kwadratów z 2-czynnikowej analizy wariancji dotyczącej wpływu rasy świń na właściwości modelowych farszów i kielbas.

Least Squares (LS) Means obtained based on 2-factor analysis of variance and referring to the effect of pig's breed on the properties of model batters and sausages.

Cechy zmienności Variation features	Rasa świń Breed of pigs				
	Pbz	Wbp	Duroc	Pietrain	Puławska
Wydajność farszu Yield of batter	91,66 ^{aABC}	90,26 ^{aDbE}	84,21 ^{ADFG}	88,95 ^{BbFc}	87,77 ^{CEGc}
Wyciek ciepły Cooking losses	8,35 ^{aABC}	9,74 ^{aDbE}	15,78 ^{ADFG}	11,05 ^{BbFc}	12,23 ^{CEGc}
Woda Water	60,35 ^{AaBC}	62,81 ^{ADE}	61,10 ^{aDFb}	62,40 ^{BF}	61,83 ^{CEb}
Białko Protein	13,10 ^a	12,63 ^{ab}	12,81	13,14 ^b	12,83
Tłuszcz Fat	24,66 ^{ABC}	23,45 ^{ADE}	24,24 ^{DFG}	22,64 ^{BEF}	23,31 ^{CG}
Ocena sensoryczna Sensory assessment	4,00 ^A	3,87	3,75 ^{AaB}	3,92 ^a	4,00 ^B
Twardość Hardness	13,58 ^{aA}	13,41 ^{BC}	13,25 ^{DE}	14,18 ^{aBDF}	15,15 ^{ACEF}
Sprężystość Springiness	0,57 ^a	0,59 ^A	0,60 ^{aB}	0,54 ^{ABC}	0,59 ^C
Kohezja Cohesiveness	0,36 ^A	0,34 ^{BC}	0,38 ^{BDE}	0,34 ^{DF}	0,28 ^{ACEF}
Żujność Chewiness	2,80	3,00	3,10 ^{ab}	2,73 ^a	2,68 ^b
Odbojność Resilience	0,13 ^A	0,14 ^B	0,16 ^{ABCD}	0,14 ^C	0,13 ^D
Siła cięcia Shear force	2,87 ^{AB}	3,03 ^{aCD}	2,76 ^{aEF}	2,07 ^{ACEG}	3,63 ^{BDFG}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A-G – takie same litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne ($p \leq 0,01$) / the same letters in the lines point to statistically highly significant differences ($p \leq 0,01$);

a-b – takie same litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) / the same letters in the lines point to statistically highly significant differences ($p \leq 0,05$).

Tabela 6

Średnie najmniejszych kwadratów z 2-czynnikowej analizy wariancji dotyczącej wpływu wieku świń na właściwości modelowych farszów i kiełbas.

Least Squares (LS) Means obtained based on 2-factor analysis of variance referring to the effect pig's age on the properties of model batters and sausages.

Cechy zmienności Variation features	Wiek [dni] Age [days]			
	120	150	180	210
Wydajność farszu Yield of batter	90,41 ^{ABC}	87,05 ^{AD}	87,85 ^{Ba}	88,97 ^{CDa}
Wyciek ciepły Cooking losses	9,58 ^{ABC}	12,95 ^{AD}	12,15 ^{Ba}	11,03 ^{CDa}
Woda Water	62,42 ^{AB}	62,20 ^{CD}	61,10 ^{AC}	61,11 ^{BD}
Białko Protein	12,82	12,94	12,86	12,98
Tłuszcz Fat	23,30 ^{AB}	23,15 ^{CD}	24,09 ^{AC}	24,11 ^{BD}
Ocena sensoryczna Sensory assessment	3,60 ^{ABC}	4,07 ^{Aa}	4,02 ^B	3,94 ^{Ca}
Twardość Hardness	13,44 ^A	13,78 ^B	13,65 ^C	14,80 ^{ABC}
Sprężystość Springiness	0,56 ^A	0,62 ^{ABC}	0,55 ^{Ba}	0,58 ^{Ca}
Kohezja Cohesiveness	0,35 ^{ABa}	0,38 ^{ACD}	0,29 ^{BCE}	0,33 ^{aDE}
Żujność Chewiness	2,86 ^{AB}	3,47 ^{ACD}	2,31 ^{BCE}	2,80 ^{DE}
Odbojność Resillience	0,14 ^A	0,16 ^{ABC}	0,13 ^B	0,14 ^C
Siła cięcia Shear force	1,96 ^{ABC}	3,40 ^{ADE}	3,13 ^{BD}	3,00 ^{CE}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A-G – takie same litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie wysoko istotne ($p \leq 0,01$) / the same letters in the lines point to statistically highly significant differences ($p \leq 0,01$);

a-b – takie same litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) / the same letters in the lines point to statistically highly significant differences ($p \leq 0,05$).

Na podstawie zbadanych właściwości fizykochemicznych i sensorycznych można stwierdzić, że optymalną przydatnością do produkcji kielbas drobno rozdrobnionych parzonych charakteryzowało się mięso pochodzące ze świń ras pbz, wbp, puławskiej i pietrain ubitych w 150. dniu chowu. Natomiast mniej przydatne do tego rodzaju przetworów okazało się mięso świń rasy duroc.

Wnioski

1. Największą stabilnością cieplną charakteryzują się farsze z mięsa świń rasy pbz i wbp, a najmniejszą z mięsa duroc.
2. Zawartość białka w modelowych kielbasach jest zbliżona i utrzymuje się na poziomie około 13 %. Najmniej wody i najwięcej tłuszczu i zawierają kielbasy z mięsa ras pbz i duroc, a najwięcej wody i najmniej tłuszczu z mięsa pietrain. Wraz z wiekiem zwierząt, z których pochodzi mięso, ilość wody w produktach zmniejsza się, a ilość tłuszczu zwiększa.
3. Twardość TPA modelowych kielbas z mięsa świń ras puławskiej i pietrain jest większa niż z mięsa pozostałych ras, a wartości pozostałych parametrów tekstury są większe w przypadku produktów z mięsa duroc. Najmniejszą sprężystością i kohezją charakteryzują się kielbasy z mięsa pietrain i puławskiej.
4. Wartość twardości TPA kielbas z udziałem mięsa zwierząt w grupach wiekowych do 180 dni nie zmienia się, a zwiększa w przypadku kielbas z mięsa świń 210-dniowych, natomiast wartości pozostałych parametrów są dużo większe w przypadku modelowych produktów z mięsa świń 150-dniowych.
5. Wartość siły cięcia kielbas z mięsa świń rasy puławskiej i w grupie wiekowej 150 dni jest największa, a kielbas z mięsa pietrain oraz ze świń 120-dniowych najmniejsza.
6. Ogólna jakość modelowych kielbas, oceniana sensorycznie, jest na poziomie dobrym. Istotnie niżej oceniane są produkty z mięsa rasy duroc oraz pochodzącego ze zwierząt ubitych w 120. dniu.

Praca naukowa finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Informatyzacji w ramach projektu badawczego PBZ-KBN-113/P06/2005

Literatura

- [1] Ambrosiadis J., Soultos M., Abraham A., Bloukas J.G.: Physiochemical, microbiological and sensory attributes for the characterization of Greek traditional sausages. *Meat Sci.*, 2004, **66**, 279-287.
- [2] Channon H.A., Kerr M.G., Walker P.J.: Effect of Duroc content, sex and ageing period on meat and eating quality attributes of pork loin. *Meat Sci.*, 2004, **66**, 881-888.
- [3] Dolata W.: Wpływ warunków kutowania surowców mięsnych i tłuszczowych na jakość farszów i wędlin. *Mięso i Wędliny*, 2001, **3**, 26-30.

- [4] Florowski T., Pisula A.: Rola czynników genetycznych w kształtowaniu jakości tusz i mięsa wieprzowego. *Przem. Spoż.*, 2006, **9**, 36-39.
- [5] Florowski T., Pisula A., Słowiński M., Orzechowska B.: Processing suitability of pork from different breeds reared in Poland. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 2006, **5 (2)**, 55-64.
- [6] Jeremiah L.E., Gibson J.P., Gibson L.L., Ball R.O., Aker C., Fortin A.: The influence of breed, gender and PSS (halotane) genotype on meat quality, cooking loss and palatability of pork. *Food Res. Int.*, 1999, **32**, 59-71.
- [7] Krupa J.: Właściwości fizyko-chemiczne mięsa w zależności od systemu tuczu, masy ubojowej i otluszczenia tuszy. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 1992, Seria Zootechnika z. **28**, 130-155.
- [8] Makoła H.: Jakość przetworów mięsnych drobno rozdrobnionych (cz. I). *Przem. Spoż.*, 1999, **10**, 45-47.
- [9] Makoła H.: Kutrowanie – etap produkcji przetworów drobnorozdrobnionych. *Rocz. Inst. Przem. Mięsa i Tłuszcz.*, 2004, **XLI**, 199-206.
- [10] Migdał W., Wojtysiak D., Paściak P.: Profil histochemiczny mięśni tuczników w zależności od rodzaju mięśnia, płci, rasy, masy ciała i żywienia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **3 (44) Supl.**, 157-168.
- [11] Ortiz-Somovilla V., Espada-Espana F., Gitan-Jurado A.J., Perez-Aparicio J., De Pedro-Sanz E. J.: Proximate analysis of homogenized of minced mass of pork sausages by NIRS. *Food Chemistry*, 2007, **101**, 1031-1040.
- [12] Orzechowska B., Tyra M., Mucha A.: Ocena różnych ras świń pod względem cech jakościowych mięsa. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.*, 1996, **26**, 215.
- [13] Pisula A., Florowski T.: Czynniki decydujące o jakości mięsa wieprzowego. *Magazyn Weterynaryjny, Suplement Świnie*, 2005, **12-16**.
- [14] PN-A/82007:1996. Przetwory mięsne. Wędliny
- [15] PN-73/A-82112. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości soli kuchennej.
- [16] PN-75/A-04018. Produkty rolno-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [17] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody.
- [18] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [19] PN-ISO 6564:1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Metody profilowania smakowości.
- [20] PN-ISO 11036:1999. Analiza sensoryczna. Profilowanie tekstury.
- [21] Toledo R., Cabot J., Brown D.: Relationship between composition, stability and rheological properties of raw comminuted meat batters. *J. Food Sci.*, 1977, **42, 3**, 725-727.
- [22] Wood J.D., Nute G.R., Richardson R.I., Whittington F.M., Southwood O., Plastow G., Mansbridge R., da Costa N., Chang K.C.: Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Sci.*, 2004, **67**, 651-667.

EFFECT OF BREED AND AGE OF PIGS ON THE PROPERTIES OF MODEL MEAT BATTERS AND SAUSAGES

S u m m a r y

The objective of the investigations was to compare the thermostability of model meat batters and the basic chemical composition, texture, and sensory quality of model sausages from pig meat of the following pig breeds: Polish landrace (pbz), Polish large white (wbp), duroc, pietrain, and puławska. Pigs were

120, 150, 180, and 210 days old when slaughtered. The muscles investigated were *m. longissimus dorsi* (LD) and *m. semimembranosus* (SM). The values of yield of batters and cooking losses were calculated based on differences between the masses of batters prior to and after the heating. The basic chemical composition of sausages was determined according to the relevant Polish Standards. The Texture Profile Analysis (TPA) and shearing force measurement were performed using a TA-XT2 texture analyzer. The sensory analysis was carried out by a team consisting of 5 properly trained persons whose sensory receptiveness levels were proved to be fit.

The batters made from the pbz and wpb pig meat were characterized by the highest thermostability level, whereas the batters from the duroc pig meat – by the lowest. The protein contents in sausages were rather similar, they did not depend on the breed and age of pigs, and amounted ca. 13 %. The highest fat and the lowest water contents were found in meat products from meat of the pbz and duroc pigs, whereas the highest water and the lowest fat contents in products from meat of the pietrain pigs. With the advancing age of animals used to manufacture meat sausages from their meat, the water content decreased and the fat content increased. The TPA hardness of sausages made from meat of the puławska and pietrain breeds had a higher value than the TPA hardness of model products made from meat of other breeds. The springiness, cohesiveness, chewiness, and resilience values of sausages made of the duroc pig meat were higher compared to the sausages from meat of other pig breeds. The sausages manufactured from meat of the pietrain and puławska breeds were characterized by the lowest springiness and cohesiveness levels. The TPA hardness values of sausages made from meat of pigs slaughtered at the age not exceeding 180 days did not change, however, they increased in sausages made from meat of 210-day old pigs. The values of other texture parameters were significantly higher in sausages made from meat of 150-day old pigs. The shear force values were the highest in model sausages made from meat of the puławska breed and from meat of 150-day old pigs, and the lowest in sausages from meat of the pietrain breeds and from meat of 120-day old pigs. The sensory quality level of all the model products was good. The sausages made from meat of the duroc breed and of the pigs slaughtered on their 120th day of age were assessed as having the lowest sensory quality. The meat of the pbz, wbp, puławska, and pietrain pig breeds, and slaughtered at the age of 150 days, proved to have the optimal usefulness for manufacturing fine ground, scalded sausages. The meat of the duroc pigs was less useful for manufacturing such products.

Key words: pigs, breed, age, meat batters, sausages, texture, quality ☒

KRZYSZTOF WÓJCIK, MAŁGORZATA SOBCZAK,
JOANNA ŻOCHOWSKA-KUJAWSKA, KAROL ZIELIŃSKI

PORÓWNANIE TEKSTURY I STRUKTURY ORAZ PODATNOŚCI NA PROCES MASOWANIA MIĘŚNI DANIELI (*DAMA DAMA*) W ZALEŻNOŚCI OD PŁCI I WIEKU

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływ płci i wieku na wartość parametrów tekstury i struktury mięśni danieli oraz sprawdzenie, w jaki sposób te czynniki biologiczne wpływają na podatność mięśni na proces masowania.

Materiał badawczy stanowiły mięśnie BF (*m. biceps femoris*), SM (*m. semimembranosus*) i L (*m. longissimus*) pochodzące z danieli (*Dama dama*) w różnym wieku (18 i 42 miesiące) oraz różnej płci (byki i łanie).

Stwierdzono, że mięśnie zwierząt w wieku 18 miesięcy charakteryzowały się najdelikatniejszą strukturą (najmniejsze włókna mięśniowe i najcieńsza tkanka łączna), najniższymi parametrami tekstury oraz największą podatnością na proces masowania. Mięśnie byków 42-miesięcznych odznaczały się włóknami o dużym polu powierzchni, najgrubszą tkanką łączną, a proces mechanicznego oddziaływania miał na nie najmniejszy wpływ. Mięśnie łań danieli w wieku 42 miesięcy charakteryzowały się pośrednią, między szpicakami a bykami, wielkością elementów struktury, wartością parametrów tekstury oraz podatnością na proces masowania.

Słowa kluczowe: danielę, płęć, wiek, tekstura, struktura, masowanie

Wprowadzenie

Dziczyzna dzięki charakterystycznym cechom i właściwościom może być bardzo cennym uzupełnieniem i urozmaiceniem diety. Mięso pozyskane z dzikich zwierząt jest poszukiwanym i cenionym surowcem kulinarnym ze względu na wyjątkowy smak, aromat i inne cechy sensoryczne odróżniające je od mięsa zwierząt domowych [11]. Dzięki dużej zawartości cennego białka bogatego w aminokwasy egzogenne [2, 5], małej zawartości dobrze przyswajalnego tłuszczu [7, 19] oraz obecności i korzystnej

Mgr inż. K. Wójcik, dr inż. M. Sobczak, dr inż. J. Żochowska-Kujawska, mgr inż. K. Zieliński, Katedra Technologii Mięsa, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Kazimierza Królewicza 3, 71-550 Szczecin

proporcji nienasyconych kwasów tłuszczowych [8] dziczyzna może stanowić bardzo cenny składnik diety pod względem żywieniowym.

O wyborze produktu przez konsumenta, poza wartością odżywczą, decydują także cechy jakościowe związane z jego teksturą, która jest wyrazem struktury mięsa, tj. wielkości jej elementów [3, 17]. Poznanie wzajemnych relacji pomiędzy budową histologiczną a teksturą mięsa doprowadziło do wzrostu zainteresowania procesami, dzięki którym można poprawić teksturę wyrobu gotowego. Jednym z podstawowych procesów ingerujących w mikrostrukturę mięsa jest masowanie, czyli proces mechanicznego oddziaływania na tkankę mięśniową. W wyniku masowania następuje naruszenie struktury mięśnia i ekstrakcja białek, a w konsekwencji zwiększenie kruchości mięsa [6, 17, 18, 23]. Na zmiany struktury, a tym samym tekstury, może wpływać również wiek i płeć zwierząt, a nawet rodzaj mięśnia [10], dlatego istotne wydaje się sprawdzenie, w jaki sposób czynniki te wpływają na cechy jakościowe mięśni danieli poddanych procesowi masowania.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływ płci i wieku na wartość parametrów tekstury i struktury mięśni danieli oraz sprawdzenie, w jaki sposób czynniki te wpływają na podatność mięśni na proces masowania.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono w grudniu 2007 r. na mięśniach danieli (*Dama dama*) pochodzących z ekologicznego chowu fermowego. Badano 3 grupy zwierząt, po 3 sztuki z każdej. Pierwszą grupę stanowiły daniela szpicaki w wieku około 18 miesięcy - najpopularniejszy materiał rzeźny w produkcji i przetwórstwie. Do drugiej grupy wytypowano dorosłe byki łopatacze w wieku 42 miesięcy – główny materiał rozrodczy. Trzecią grupę porównawczą stanowiły łanie w wieku około 42 miesięcy, stanowiące zaplecze i zapewniające remont stada. Z uwagi na półdziki charakter hodowli, wszystkie zwierzęta zostały pozyskane w drodze odstrzału, po uprzednim rozpoznaniu ich płci oraz wieku. Bezpośrednio po odstrzale zwierzęta patroszono i umieszczano w pozycji wiszącej w celu jak najlepszego wykrwawienia. Wypatroszone i wykrwawione tusze transportowano do Katedry Technologii Mięsa na Wydziale Nauk o Żywności i Rybactwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, gdzie pozostawiano je do wystudzenia na 24 h w temp. 3 °C. Po wystudzeniu, z odpowiednio przygotowanych elementów, wykrawano wybrane do badań mięśnie. Do badań pobierano trzy mięśnie: dwugłowy uda – *m. biceps femoris* (BF), półbłoniasty – *m. semimembranosus* (SM) – oba z udźca oraz najdłuższy grzbietu – *m. longissimus* (L). Z każdego wypreparowanego mięśnia wycinano cięciem prostopadłym do przebiegu włókien mięśniowych po 3 prostopadłościany o równej masie ok. 100 g. Z każdego z trzech mięśni pozostawiano po jednym prostopadłościanie stanowiącym próbę kontrolną. Resztę nastrzykiwano solanką pekującą (11 % NaCl, 1,5 % mieszan-

ki peklującej, 87,5 % wody) w ilości 20 % w stosunku do masy. Po nastrzyku próby znakowano nićmi w różnych kolorach, w celu późniejszego ich rozróżnienia, w zależności od czasu masowania. Tak przygotowane próby poddawano masowaniu cyklicznemu w układzie 10 min masowania/5 min odpoczynku w masownicy próżniowej własnej konstrukcji o objętości 5 l. Czas masowania wynosił 3 h, a próby do badań tekstury, struktury i oceny sensorycznej pobierano w odstępach godzinnych, odpowiednio po 1, 2 i 3 h. Bezpośrednio po procesie masowania próby ważono, umieszczano w workach foliowych i poddawano obróbce termicznej w wodzie o temp. 85 °C aż do osiągnięcia 68 °C w środku geometrycznym. Po obróbce termicznej próby schładzano do temp. około 12 °C, ważono i po zabezpieczeniu folią przed wysychaniem składowano w warunkach chłodniczych w temp. 3 °C przez 12 h, aż do rozpoczęcia analiz.

Pomiaru tekstury dokonywano przy użyciu aparatu Instron 1140 sprzężonego z komputerem PC. Z każdej próby wykonano 5 powtórzeń.

Teksturę badano przy zastosowaniu testu TPA, polegającego na podwójnym zagłębieniu się trzpienia o średnicy 9,6 mm w próbę o wysokości 20 ± 1 mm, na głębokość 70 % (14 mm) jej wysokości. Z uzyskanej krzywej obliczano następujące parametry: twardość, spoistość, sprężystość i żuwalność [3].

Do badań histologicznych wycinano próbki z niemasowanych i masowanych mięśni BF, SM i L danieli. Wycinki te zostały utrwalone płynem Sannomiya, odwodnione alkoholem i benzenem, a następnie zatopione w parafinowych bloczkach. Bloczki ściszano na mikrotomie na skrawki grubości 10 μ m, a następnie naklejano na szkiełka, barwiono hematoksyliną i eozyną [4] i zamykano w balsamie kanadyjskim. Ocena struktury tkanki mięśniowej prowadzono za pomocą komputerowej analizy obrazu MultiScanBase v. 13. W przypadku każdego mięśnia i czasu masowania oceniano po 3 preparaty, w każdym z nich dokonując 100 pomiarów pola powierzchni włókien mięśniowych oraz grubości perimysium i endomysium. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Microsoft Excel. Za pomocą testu t-Studenta na poziomie $\alpha = 0,05$ zweryfikowano istotność różnic parametrów tekstury i struktury pomiędzy niemasowanymi i masowanymi mięśniami w obrębie każdej grupy oraz między porównywanymi grupami.

Uzyskane wyniki stanowią wstęp do szerszych badań dotyczących przydatności mięsa danieli do przetwórstwa.

Wyniki i dyskusja

Spośród parametrów tekstury (tab. 1 - 4) wiek zwierząt miał największy wpływ na twardość i żuwalność badanych mięśni. Największe różnice zaobserwowano pod względem twardości i żuwalności mięśnia BF, który wśród mięśni byków był o ok. 25 % twardszy i charakteryzował się o 30 % większą żuwalnością niż w mięśniach

szpicaków. Podobne wyniki uzyskali Żochowska-Kujawska i wsp. [20] w badaniach przeprowadzonych na mięśniach pochodzących z saren w różnym wieku, którzy wykazali, że mięsień BF starszych zwierząt charakteryzował się większą twardością i żuwalnością w porównaniu z młodszymi osobnikami.

Za wyjątkiem sprężystości (tab. 3), w której różnice były niewielkie, mięśnie byków w porównaniu z mięśniami szpicaków charakteryzowały się większą twardością, spoistością i żuwalnością.

Tabela 1

Średnia twardość [N] wybranych mięśni danieli nie poddanych procesowi masowania oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean values of hardness [N] of the selected muscles of fallow deers, that were non-massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	37,53 ± 4,24 ^a ₁	46,83 ± 3,19 ^b ₁	46,65 ± 4,58 ^b ₁
	1	24,85 ± 3,73 ^a ₂	31,71 ± 4,08 ^a ₂	33,67 ± 4,58 ^{ab} ₂
	2	20,57 ± 3,46 ^a ₂₃	28,98 ± 3,17 ^b ₂₃	27,53 ± 3,81 ^a ₂
	3	18,28 ± 2,27 ^a ₃	29,42 ± 2,42 ^a ₃	29,10 ± 3,71 ^b ₂
SM	0	42,06 ± 7,07 ^a ₁	50,23 ± 5,08 ^a ₁	45,81 ± 5,27 ^a ₁
	1	29,29 ± 1,91 ^a ₂	42,42 ± 5,64 ^b ₁₂	26,53 ± 4,04 ^{ab} ₂
	2	27,62 ± 5,31 ^a ₂	39,34 ± 4,72 ^a ₂	25,09 ± 2,06 ^a ₂
	3	25,91 ± 4,84 ^a ₂	32,22 ± 2,08 ^b ₃	25,29 ± 2,13 ^a ₂
L	0	34,89 ± 0,66 ^a ₁	42,09 ± 10,85 ^a ₁	38,60 ± 2,24 ^a ₁
	1	16,16 ± 1,61 ^a ₂	33,24 ± 3,22 ^b ₂	21,05 ± 3,84 ^a ₂
	2	17,09 ± 3,37 ^a ₂	26,93 ± 4,96 ^b ₂₃	18,32 ± 2,95 ^a ₂
	3	17,27 ± 3,02 ^{ab} ₂	26,47 ± 2,66 ^b ₃	18,31 ± 2,50 ^a ₂

Objaśnienia: Explanatory notes:

a - liczby w wierszach oznaczone tym samym indeksem górnym nie różnią się istotnie pomiędzy grupami zwierząt przy $P \geq 0,05$

1 - liczby w kolumnach oznaczone tym samym indeksem dolnym nie różnią się istotnie pomiędzy czasami masowania w obrębie tej samej grupy zwierząt przy $P > 0,05$

Wpływ wieku na wartości parametrów struktury był jednakowy, zarówno jeżeli chodzi o pole powierzchni włókna, jak i o grubość peri- i endomysium. Największe różnice zaobserwowano mierząc pole powierzchni włókna (tab. 5), zwłaszcza mięśnia BF, którego włókna na przekroju miały średnio o 77 % większą powierzchnię niż włókna tego samego mięśnia szpicaków. Równie duże różnice stwierdzono pod względem grubości endomysium, które w mięśniach byków było grubsze nawet o 65 % (tab.

7). Najmniejsze różnice występowały w przypadku grubości perimysium (tab. 6). W mięśniach byków było ono 22 - 33 % grubsze niż u zwierząt 18-miesięcznych. W podobnych badaniach obejmujących mięśnie byków jeleni w różnym wieku, Żochowska-Kujawska i wsp. [22] zaobserwowali, że mięśnie zwierząt starszych charakteryzują się większym polem powierzchni włókna oraz grubością peri- i endomysium.

Tabela 2

Średnia spoistość [-] wybranych mięśni danieli nie poddanych procesowi masowania oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean value of cohesiveness [-] of the selected muscles of fallow deer that were not massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	0,411 ± 0,038 ^a ₁	0,482 ± 0,048 ^{ab} ₁	0,476 ± 0,014 ^b ₁
	1	0,384 ± 0,035 ^a ₁	0,384 ± 0,020 ^a ₂	0,292 ± 0,017 ^b ₂
	2	0,419 ± 0,025 ^a ₁	0,419 ± 0,011 ^a ₃	0,349 ± 0,029 ^b ₃
	3	0,330 ± 0,025 ^a ₂	0,421 ± 0,036 ^b ₁₂₃	0,369 ± 0,028 ^{ab} ₃
SM	0	0,479 ± 0,018 ^a ₁	0,390 ± 0,016 ^b ₁	0,442 ± 0,006 ^a ₁
	1	0,319 ± 0,023 ^a ₂	0,331 ± 0,013 ^a ₂	0,358 ± 0,019 ^a ₂
	2	0,340 ± 0,034 ^a ₂	0,341 ± 0,006 ^a ₂	0,350 ± 0,029 ^a ₂
	3	0,332 ± 0,025 ^a ₂	0,333 ± 0,018 ^a ₂	0,367 ± 0,017 ^a ₂
L	0	0,393 ± 0,031 ^{ab} ₁	0,409 ± 0,025 ^b ₁	0,354 ± 0,026 ^a ₁
	1	0,340 ± 0,014 ^a ₂	0,364 ± 0,024 ^a ₁	0,355 ± 0,017 ^a ₁
	2	0,393 ± 0,022 ^a ₁	0,388 ± 0,021 ^a ₁	0,364 ± 0,035 ^a ₁
	3	0,357 ± 0,033 ^a ₁₂	0,381 ± 0,020 ^a ₁	0,384 ± 0,013 ^a ₁

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1.

Wyniki uzyskane w badaniach wskazują, że różnice tekstury pomiędzy mięśniami danieli były konsekwencją ich struktury. Daniele byki, w porównaniu ze szpicakami, charakteryzowały się większym polem powierzchni włókna, grubszym perimysium i endomysium, a jednocześnie włókna były twardsze, bardziej sprężyste i trudniej żuwalne. Dotychczasowe prace dotyczące podobnych zagadnień wskazują, że wyższa twardość mięśni może być spowodowana większą powierzchnią włókna mięśniowego [12, 14] lub grubszym perimysium [10].

Tabela 3

Średnia sprężystość [cm] wybranych mięśni danieli nie poddanych procesowi masowania oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean value of springiness [cm] of the selected muscles of fallow deer that were not massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	1,26 ± 0,16 ^a ₁	1,27 ± 0,09 ^a ₁₃	1,12 ± 0,15 ^a ₁
	1	1,45 ± 0,10 ^a ₁	1,23 ± 0,04 ^b ₁₂	1,35 ± 0,06 ^a ₂
	2	1,39 ± 0,06 ^a ₁	1,40 ± 0,11 ^{ab} ₃	1,52 ± 0,04 ^b ₃
	3	1,46 ± 0,05 ^a ₁	1,40 ± 0,15 ^a ₁₂₃	1,47 ± 0,03 ^a ₃
SM	0	1,08 ± 0,08 ^a ₁	1,15 ± 0,05 ^a ₁	1,23 ± 0,12 ^a ₁
	1	1,36 ± 0,04 ^a ₂	1,16 ± 0,02 ^b ₁	1,29 ± 0,07 ^a ₁
	2	1,40 ± 0,02 ^a ₂	1,36 ± 0,04 ^a ₂	1,44 ± 0,06 ^a ₂
	3	1,38 ± 0,02 ^a ₂	1,36 ± 0,04 ^a ₂	1,42 ± 0,01 ^b ₂
L	0	1,21 ± 0,06 ^a ₁	1,16 ± 0,10 ^a ₁	1,15 ± 0,12 ^a ₁
	1	1,38 ± 0,04 ^a ₂	1,37 ± 0,10 ^a ₂₃	1,46 ± 0,05 ^a ₂
	2	1,40 ± 0,10 ^a ₂	1,34 ± 0,06 ^a ₂	1,44 ± 0,04 ^a ₂
	3	1,49 ± 0,06 ^a ₂	1,48 ± 0,04 ^a ₃	1,45 ± 0,05 ^a ₂

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1.

Masowanie niezależnie od długości trwania procesu spowodowało zmniejszenie twardości i żuwalności, a wzrost sprężystości. Po pierwszej godzinie masowania w obu badanych grupach wiekowych największym zmianom uległa twardość i żuwalność – w mięśniach szpicaków do 64 %, a w mięśniach byków do 48 % (tab. 1 - 4). Zatem jak wynika z uzyskanych danych, proces masowania miał większy wpływ na zmianę parametrów tekstury mięśni szpicaków niż dorosłych zwierząt. Może być to spowodowane tym, że nie poddane mechanicznemu oddziaływaniu mięśnie byków były bardziej twarde i żuwalne w porównaniu z mięśniami szpicaków, a jak wykazali wcześniej m.in. Lachowicz i wsp. [13], Shackelford i wsp. [15] oraz Sobczak [16] mięśnie takie są mniej podatne na proces masowania.

Tabela 4

Średnia żuwalność [N cm] wybranych mięśni danieli nie poddanych procesowi masowania oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean value of chewiness [N cm] of the selected muscles of fallow deer that were not massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	20,72 ± 2,28 ^a ₁	23,67 ± 2,19 ^a ₁	21,72 ± 1,65 ^a ₁
	1	17,65 ± 0,51 ^a ₂	12,18 ± 0,56 ^b ₂	17,71 ± 0,76 ^a ₂
	2	15,58 ± 0,84 ^{ab} ₃	13,38 ± 1,52 ^a ₂	17,18 ± 1,21 ^b ₂
	3	7,92 ± 0,82 ^a ₄	12,36 ± 1,22 ^b ₂	10,57 ± 1,44 ^b ₃
SM	0	16,85 ± 1,21 ^a ₁	20,65 ± 0,93 ^b ₁	22,52 ± 1,02 ^b ₁
	1	13,97 ± 0,27 ^a ₂	17,55 ± 1,24 ^b ₂₃	14,77 ± 1,53 ^a ₂
	2	13,41 ± 1,25 ^a ₂	16,90 ± 0,45 ^b ₂	11,85 ± 0,97 ^a ₃
	3	11,23 ± 0,39 ^a ₃	15,52 ± 0,82 ^b ₃	10,65 ± 0,70 ^a ₃
L	0	17,23 ± 1,69 ^a ₁	19,57 ± 2,63 ^a ₁	18,25 ± 1,34 ^a ₁
	1	7,61 ± 1,18 ^a ₂	17,80 ± 0,25 ^b ₁	12,44 ± 1,65 ^c ₂
	2	8,94 ± 0,84 ^a ₂	12,12 ± 0,71 ^b ₂	9,50 ± 1,02 ^a ₃
	3	8,22 ± 0,99 ^a ₂	10,26 ± 0,54 ^b ₂	9,55 ± 0,50 ^b ₃

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1

Wraz z postępem procesu masowania, w obu badanych grupach rosło pole powierzchni włókna oraz grubość perimysium, natomiast grubość endomysium zmniejszała się (tab. 5 - 7). Zmiany te mogły być spowodowane uszkodzeniem śródmięśniowej tkanki łącznej, czego następstwem może być wzrost powierzchni włókien mięśniowych. Elementy struktury mięśni byków uległy mniejszym zmianom w porównaniu ze szpicakami, co mogło być spowodowane grubszą tkanką łączną w mięśniach zwierząt starszych, a tym samym mniejszą możliwością penetracji mięśni przez solankę [9].

Wpływ płci na wartości parametrów tekstury także był zróżnicowany i zależał od badanego mięśnia (tab. 1 - 4), jednak ogólnie mięśnie łań były mniej twarde i żuwalne. Różnice te kształtowały się na poziomie od 10 do 21 %. Mniejsza twardość i żuwalność mięśni łań mogła być spowodowana ich delikatną strukturą, na co w swojej pracy wskazywał Albrecht i wsp. [1]. Pole powierzchni włókna (tab. 5), jak i grubość perimysium i endomysium (tab. 6 - 7) były mniejsze w mięśniach łań, a największe różnice zaobserwowano porównując grubości peri- i endomysium mięśni SM i L. Grubość tych elementów w mięśniach byków była o około 14 - 36 % większa niż w tych samych mięśniach łań.

Tabela 5

Średnie pole powierzchni włókna [μm^2] wybranych mięśni danieli nie poddanych procesowi masowania oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean cross-section area of muscle fibre [μm^2] of the selected muscles of fallow deer that were not, massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	415,36 ± 9,43 ^a ₁	733,34 ± 17,37 ^b ₁	700,37 ± 14,46 ^c ₁
	1	433,38 ± 10,80 ^a ₁₂	791,74 ± 18,19 ^b ₂	722,55 ± 11,93 ^c ₁
	2	441,53 ± 8,91 ^a ₂₃	862,34 ± 16,90 ^b ₃	935,74 ± 13,48 ^c ₂
	3	556,20 ± 10,53 ^a ₃	888,76 ± 14,61 ^b ₃	1007,32 ± 18,62 ^c ₃
SM	0	399,99 ± 18,41 ^a ₁	570,32 ± 15,83 ^b ₁	530,93 ± 18,87 ^c ₁
	1	412,45 ± 14,05 ^a ₁	577,80 ± 15,42 ^b ₁	688,29 ± 18,28 ^c ₂
	2	429,00 ± 16,84 ^a ₁	692,35 ± 18,73 ^b ₂	802,04 ± 19,58 ^c ₃
	3	531,13 ± 15,18 ^a ₁	747,75 ± 15,07 ^b ₃	829,49 ± 23,67 ^c ₃
L	0	355,89 ± 11,94 ^a ₁	528,46 ± 16,76 ^b ₁	471,62 ± 14,67 ^c ₁
	1	371,77 ± 8,66 ^a ₁	557,97 ± 17,65 ^b ₁₂	721,32 ± 21,96 ^c ₂
	2	557,29 ± 19,71 ^a ₂	571,32 ± 13,98 ^a ₂	733,38 ± 11,79 ^b ₂
	3	685,27 ± 13,38 ^a ₃	629,12 ± 14,66 ^b ₃	979,65 ± 24,55 ^c ₃

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1.

Przeprowadzony proces masowania mięśni obu badanych grup różniących się płcią (tab. 1 - 4) spowodował zmniejszenie się twardości, spoistości i żuwalności oraz wzrost sprężystości – mięśni byków średnio o 20 %, a mięśni łań średnio o 40 %. Zmiany wartości parametrów tekstury w obu grupach były podobne pod względem kierunku zmian, natomiast zaobserwowano, że większym zmianom ulegały mięśnie łań. Może to być spowodowane tym, że twardość i żuwalność ich mięśni przed rozpoczęciem masowania była mniejsza niż byków [13, 15, 16].

Kierunek zmian struktury mięśni byków i łań był jednakowy, zwiększało się pole powierzchni włókna byków średnio o 25 %, łań o 70 %, natomiast grubość peri- i endomysium malała (odpowiednio o 15 i 30 %). Porównując proces masowania mięśni danieli różnej płci można zauważyć, że zdecydowanie większym zmianom ulegała struktura mięśni łań, co może być wynikiem ich cieńszej śródmięśniowa tkanki łącznej, a więc solanka miała „łatwiejszy” dostęp do włókien mięśniowych [9].

Tabela 6

Średnia grubość perimysium [μm] wybranych mięśni danieli nie poddanych masowaniu oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean value of perimysium thickness [μm] of the selected muscles of fallow deer that were not massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	11,59 \pm 0,83 ^a ₁	14,30 \pm 0,90 ^b ₁	9,90 \pm 0,81 ^c ₁
	1	11,37 \pm 0,98 ^a ₁	15,89 \pm 1,07 ^b ₁₂	9,61 \pm 0,70 ^c ₁
	2	12,42 \pm 0,95 ^a ₁₂	16,21 \pm 0,85 ^b ₂	11,94 \pm 0,64 ^a ₂
	3	13,81 \pm 0,87 ^a ₂	17,49 \pm 0,75 ^b ₂	12,22 \pm 0,52 ^c ₂
SM	0	11,83 \pm 1,05 ^a ₁	14,40 \pm 0,94 ^b ₁	10,94 \pm 0,74 ^a ₁₂
	1	13,47 \pm 0,80 ^a ₁₂	14,68 \pm 0,71 ^a ₁	10,45 \pm 0,44 ^b ₁
	2	14,09 \pm 0,78 ^a ₂	15,01 \pm 0,74 ^a ₁	11,88 \pm 0,61 ^b ₂
	3	14,18 \pm 0,82 ^a ₂	15,27 \pm 0,86 ^a ₁	12,06 \pm 0,69 ^b ₂
L	0	9,64 \pm 0,64 ^a ₁	11,58 \pm 0,72 ^b ₁	8,73 \pm 0,75 ^a ₁
	1	11,02 \pm 0,65 ^a ₂	11,65 \pm 0,79 ^a ₁	8,66 \pm 0,80 ^b ₁
	2	11,16 \pm 0,54 ^a ₂	11,67 \pm 0,66 ^a ₁	11,26 \pm 1,01 ^a ₂
	3	12,19 \pm 0,45 ^a ₃	12,80 \pm 0,93 ^a ₁	11,56 \pm 0,75 ^a ₂

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1.

Podsumowując można powiedzieć, że zarówno czas masowania, jak i wiek oraz płeć miały istotny wpływ na wielkość elementów struktury mięśni oraz wartość badanych parametrów tekstury. Najdelikatniejszą strukturą oraz najniższymi wartościami parametrów tekstury charakteryzowały się mięśnie szpicaków danieli w wieku 18 miesięcy. Mięśnie byków w wieku 42 miesięcy odznaczały się włóknami o dużym polu powierzchni oraz najgrubszą tkanką łączną, natomiast mięśnie łań danieli w wieku 42 miesięcy charakteryzowały się pośrednią, między szpicakami a bykami, wielkością elementów struktury oraz wartościami parametrów tekstury.

Tabela 7

Średnia grubość endomysium [μm] wybranych mięśni danieli nie poddanych masowaniu oraz poddanych procesowi masowania w ciągu 1, 2 i 3 h.

Mean value of endomysium thickness (μm) of the selected muscles of fallow deer that were not massaged and massaged for 1, 2 and 3 hours.

Mięsień Muscle	Czas masowania Massaging time [h]	Daniele w wieku: Fallow deer at the age of:		
		18 miesięcy (szpicaki) 18 months (fawns)	42 miesięcy (byki) 42 months (bucks)	42 miesięcy (łanie) 42 months (does)
BF	0	$0,93 \pm 0,06^{a_1}$	$1,26 \pm 0,07^{b_1}$	$1,18 \pm 0,10^{b_1}$
	1	$0,82 \pm 0,08^{a_{12}}$	$1,20 \pm 0,07^{b_1}$	$0,94 \pm 0,08^{a_2}$
	2	$0,81 \pm 0,07^{a_{12}}$	$1,15 \pm 0,04^{b_1}$	$0,87 \pm 0,05^{c_2}$
	3	$0,76 \pm 0,08^{a_2}$	$1,14 \pm 0,04^{b_1}$	$0,85 \pm 0,08^{a_2}$
SM	0	$0,99 \pm 0,06^{a_1}$	$1,38 \pm 0,04^{b_1}$	$1,11 \pm 0,10^{a_1}$
	1	$0,96 \pm 0,08^{a_1}$	$1,27 \pm 0,03^{b_2}$	$0,87 \pm 0,07^{a_2}$
	2	$0,77 \pm 0,05^{a_2}$	$1,10 \pm 0,05^{b_3}$	$0,70 \pm 0,08^{a_3}$
	3	$0,68 \pm 0,05^{a_2}$	$1,05 \pm 0,06^{b_3}$	$0,72 \pm 0,08^{a_{23}}$
L	0	$0,82 \pm 0,08^{a_1}$	$1,35 \pm 0,06^{b_1}$	$0,99 \pm 0,10^{a_1}$
	1	$0,73 \pm 0,06^{a_{12}}$	$1,14 \pm 0,08^{b_2}$	$0,81 \pm 0,07^{ab_2}$
	2	$0,67 \pm 0,04^{a_2}$	$1,07 \pm 0,06^{b_2}$	$0,71 \pm 0,07^{a_{23}}$
	3	$0,56 \pm 0,06^{a_3}$	$1,00 \pm 0,07^{b_2}$	$0,58 \pm 0,06^{a_3}$

Objaśnienia jak pod tab. 1.

Explanatory notes as in Tab. 1.

Wnioski

1. Masowanie spowodowało naruszenie struktury mięśni danieli, co w konsekwencji doprowadziło do zmniejszenia ich twardości, spoistości i żuwalności oraz wzrostu sprężystości.
2. Wiek i płeć miały istotny wpływ na cechy tekstury i struktury badanych mięśni danieli oraz na wielkość zmian tych parametrów w trakcie procesu masowania.
3. Mięśnie szpicaków i łan, w porównaniu z mięśniami byków, charakteryzowały się delikatniejszą strukturą oraz mniejszą twardością i żuwalnością, przez co były zdecydowanie bardziej podatne na proces masowania.

Literatura

- [1] Albrecht E., Wegner J., Ender K.: A new technique for objective evaluation of marbling in beef. *Fleischwirtsch.*, 1996, **76 (11)**, 1145-1147.
- [2] Anonim: Dziczyzna jako żywność. *Mięso i Wędliny*, 1997, **5**, 64-66, 68.
- [3] Bourne M.C.: *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Academic Press, INC, New York 1982.

- [4] Burck H.: Technika histologiczna. PZWL, Warszawa 1975.
- [5] Drozd L., Karpiński M.: Fermowy chów jeleni i danieli. *Przegl. Hod.*, 1998, **8**, 29-31.
- [6] Gajowiecki L., Lachowicz K., Żych A., Sobczak M., Kotowicz M., Żochowska J., Kłós B.: Porównanie przydatności technologicznej wybranych mięśni kurcząt do produkcji wyrobów masowanych. *Folia Univ. Agric. Stetin* 2001, **220**, *Scienta Alimentaria*, 1, 29-34.
- [7] Górska I.: Morfotyczna charakterystyka tkanki tłuszczowej w mięsie dziczyzny. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Zootechnika*, 1975, 20, **111**, 79-85.
- [8] Hoffman L.C., Wiklund E.: Game and venison – meat for the modern consumer. *Meat Sci.*, 2006, **74**, 197-208.
- [9] Knight P., Elsey J., Hedges N.: The role of endomysium in the salt-induced swelling of muscle fibres. *Meat Sci.*, 1989, **26**, 209-232.
- [10] Kołczak T., Palka K., Zarzycki A.: Wpływ kolagenu śródmięśniowego na kruchość i inne cechy sensoryczne mięśni bydła. *Acta Agr. Silvestra Ser. Zootechnica*, 1992, **XXX**, 75-85.
- [11] Korzeniowski W., Żmijewski T.: Charakterystyka chemiczna mięsa dzików. *Gosp. Mięś.*, 2001, **3**, 24-25.
- [12] Lachowicz K., Gajowiecki L., Żych A., Żochowska J., Sobczak M., Kotowicz M.: Effect of massaging time and drum speed on texture of two beef muscles. *EJPAU, Food Sci. Technol.* 2003, **6 (2)**, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume6/issue2/food/art-06.html>
- [13] Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L., Żych A.: Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. *Meat Sci.*, 2003, **63**, 225-233.
- [14] Lachowicz K., Kamieniecki H., Gajowiecki L., Wójcik J., Szarkowski K., Sobczak M., Żochowska-Kujawska J., Kotowicz M., Żych A.: Comparison of texture and structure of ST (semitendinosus) muscle of Black-White cattle crossbreds with Charolaise, Marchigiana, Piemontese and Chianina and its susceptibility to massaging. *Pol. J. Food. Nutr. Sci.* 2007, **1 (57)**, 63-68.
- [15] Shackelford S.D., Reagan J.O., Mann T.F., Lyon C.E., Miller M.F.: Effect of blade tenderization, vacuum massage time and salt level on chemical, textural and sensory characteristics of precooked roast. *J. Food Sci.*, 1989, **4 (54)**, 843-845.
- [16] Sobczak M.: Zmiany struktury i tekstury wybranych mięśni tuczników mieszańcowych poddanych procesowi masowania. Praca doktorska. Akademia Rolnicza, Szczecin 2001.
- [17] Tyszkiewicz I.: Technologiczna ingerencja w mikrostrukturę mięsa. *Mięso i Wędliny* 1995, **7**, 19-21.
- [18] Wajdzik J.: Wpływ cyklu masowania na wydajność produkcyjną szynki wołowej. *Gosp. Mięś.* 2002, **11**, 38-41.
- [19] Zin M., Znamirska A., Stanisławczyk R.: Znaczenie dziczyzny. *Gosp. Mięś.* 2002, **4**, 28-30.
- [20] Żochowska-Kujawska J., Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L.: Effects of carcass weight on texture, structure, rheological properties and myofibre characteristics of roe deer. *Am. J. Anim. Vet. Sci.* 2007, **2 (4)**, 114-120.
- [21] Żochowska-Kujawska J., Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L., Kotowicz M., Żych A., Mędrała D.: Effects of massaging on hardness, rheological properties, and structure of four wild boar muscles of different fibre type content and age. *Meat Sci.*, 2007, **75**, 595-602.
- [22] Żochowska-Kujawska J., Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L.: Effect of carcass weight and muscle on texture, structure, rheological properties and myofibre characteristics of deer. *EJPAU Food Sci. Technol.* 2007, **10 (4)**, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume10/issue4/food/art-33.html>
- [23] Żych A., Gajowiecki L., Lachowicz K., Sobczak M., Kotowicz M., Żochowska J.: Wpływ procesu masowania na zamiany tekstury mięśni udowych indyków i mięśnia półbłoniastego bydła. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 2005, *Scienta Alimentaria* **246 (4)**, 321-328.

COMPARISON OF SEX- AND AGE-RELATED TEXTURE AND STRUCTURE OF FALLOW DEER (*DAMA DAMA*) MUSCLES, AND OF THEIR RESPONSIVENESS TO MASSAGING**S u m m a r y**

The objective of the study was to determine the impact of age and sex on the texture and structure of fallow deer muscles, as well as to verify in what way those biological factors impacted the responsiveness of muscles to the process of massaging.

The research material consisted of the fallow deer (*Dama Dama*) muscles: BF (*m. biceps femoris*), SM (*m. semimembranosus*), and L (*m. longissimus*); the age of the animals investigated was different (18 and 42 months), as was their sex (bucks and does).

It was found that the muscles of 18 month old deer had the most delicate structure (the smallest muscle fibres and the thinnest perimysium and endomysium), the best texture profile, and the highest responsiveness to massaging. The muscles of 42 month old deer were characterized by fibres having a big cross-section area, the thickest perimysium and endomysium; the process of massaging had the poorest impact thereon. As for the muscles of 42 month old fallow deer does, their values of structure elements and texture parameters were in between the respective values characteristic for fawns and bucks, as was their responsiveness to massaging.

Key words: fallow deer, sex, age, texture, structure, massaging ✠

ANITA MIKOŁAJCZYK

WPLYW KWASU WINOWEGO NA PAŁECZKI SALMONELLA W PODŁOŻACH MIKROBIOLOGICZNYCH I W TUSZKACH INDYCZYCH

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu stężenia kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych i w tuszkach drobiowych. Średnie liczby bakterii w próbkach kontrolnych bez dodatku kwasu winowego wynosiły w przypadku *S. Enteritidis* $1,8 \times 10^8$, *S. Anatum* $1,1 \times 10^8$, *S. Typhimurium* $2,0 \times 10^8$. Kwas winowy w podłożu agarowym o stężeniu 0,1 % całkowicie hamował wzrost wszystkich badanych szczepów *Salmonella*. Przy stężeniu 0,05 % i 0,03 % liczba bakterii *S. Anatum* i *S. Enteritidis* w porównaniu z próbą kontrolną zmniejszyła się o jeden cykl logarytmiczny, natomiast *S. Typhimurium* rosła w liczbach mieszczących się w tym samym przedziale logarytmicznym co w badaniu kontrolnym. Wyniki badań uzyskane po zanurzeniu elementów tuszek indyckich w kwasie winowym wskazują, że wykrycie pałeczek *Salmonella* z próbek zależy od liczby tych bakterii na powierzchni tuszki drobiowej. Przy kontaminacji 10^1 jednostek tworzących kolonie (jtk) pałeczek *Salmonella* na powierzchni elementu tuszki indyckiej i zanurzeniu jej na 15 min w wodnych roztworach 1,5 % i 2 % kwasu winowego nie stwierdzono pałeczek *Salmonella*, natomiast przy zanieczyszczeniu 10^2 jtk zaobserwowano zmniejszenie się liczby próbek, w których wykryto pałeczki *Salmonella*, w stosunku do liczby próbek kontrolnych.

Hamujący wpływ kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach bakteryjnych może mieć również miejsce w przypadku tuszek drobiowych. Niekorzystne działanie tego związku względem bakterii *Salmonella* było silniejsze w podłożach bakteryjnych niż w tuszkach drobiowych.

Słowa kluczowe: *Salmonella*, kwas winowy, tuszki indyckie, podłoża mikrobiologiczne

Wprowadzenie

Zapobieganie zakażeniom pałeczkami *Salmonella* i zwalczanie salmoneloz wśród drobiu, w celu wyeliminowania tych drobnoustrojów ze środowiska, jest niezwykle trudnym procesem. Wszechobecność tych bakterii zarówno wśród ptaków, jak i w czasie produkcji na wszystkich jej etapach stanowi ciągle zagrożenie bezpieczeństwa żywności.

Tuszki drobiu są często zanieczyszczone pałeczkami *Salmonella*. Stwierdzono, że kurczęta rzeźne i indyki po oszłamianiu zanieczyszczone były bakteriami *Salmonella* rzędu do 7 %, a przed schładzaniem wzrastało ono nawet w przypadku kurcząt do 48 % [14, 15, 16, 17]. Powyższe wyniki, uzyskane w Polsce, korelują z badaniami prowadzonymi przez Food Safety and Inspection Service USDA, z których wynika, że 4 - 5 % brojlerów dostarczanych do zakładu uboju drobiu zakażonych było pałeczkami *Salmonella*, podczas gdy drób opuszczający zakład zanieczyszczony był w 35 - 36 % [12]. Jest to skutek zanieczyszczenia poubojowego, do którego dochodzi na każdym etapie produkcyjnym. Stąd istnieje duże prawdopodobieństwo, że drób oferowany konsumentom będzie zanieczyszczony pałeczkami *Salmonella*. W 55 % przebadanych przez Bystronia i wsp. [3] tuskach drobiowych, pochodzących z polskich sklepów, wyizolowano pałeczki *Salmonella*. Dominującym szczepem serologicznym była *S. Enteritidis*. Podobny odsetek (60 %) próbek zanieczyszczonych pałeczkami *Salmonella* stwierdzono w produktach drobiowych dostępnych w portugalskich sklepach [1].

Obecnie stosowane technologie uboju drobiu i obróbki poubojowej niekiedy powodują trudności w dokładnym myciu i odkażaniu maszyn, a dodatkowo nieprzestrzeganie standardów sanitarnych podczas uboju sprzyja zanieczyszczeniom tuszek pałeczką *Salmonella* i przyczynia się do rozprzestrzeniania się tych bakterii na tuskach.

Mimo podjętych różnorodnych działań, zmierzających do wyeliminowania pałeczek *Salmonella* z tuszek drobiowych z linii produkcyjnej, nadal stanowią one duże zagrożenie dla zdrowia ludzi. W związku z tym na całym świecie wciąż poszukiwane są metody eliminacji tych drobnoustrojów.

Unieszkodliwianie pałeczek *Salmonella* prowadzone było w różnorodnych modelach doświadczalnych, z użyciem wielu związków chemicznych m.in. chlorku hexadecylopirydyniowego [2, 19, 26], ortofosforanu sodu [26, 27], kwasów organicznych [7, 13, 23, 24, 25], wody utlenionej i dwuwęglanu sodu [21]. Nie wszystkie z tych metod okazały się skuteczne. Środek określa się jako skuteczny, jeśli pod jego wpływem następuje redukcja określonych drobnoustrojów o 2 log [9].

Wzrost świadomości konsumentów odnośnie jakości i zdrowotności żywności zmusza do stosowania w technologii żywności jedynie takich środków chemicznych, które naturalnie występują w przyrodzie i są powszechnie uważane za bezpieczne.

Wśród preferowanych dodatków niszczących florę bakteryjną na tuskach, dużą grupę stanowią kwasy organiczne i ich sole. Kwasy organiczne powszechnie uważane są za bezpieczne. W polskim przemyśle spożywczym dopuszczone jest stosowanie następujących kwasów organicznych: askorbinowego, cytrynowego, mlekowego, octowego, winowego oraz ich soli [20]. Kwas winowy (E334) oraz jego sole: E335 (winian sodu), E336 (winian potasu), E337 (winian sodowo-potasowy) stosowane są jako dodatki do żywności. Kwas winowy i jego sole to jedne ze składników napojów bezalkoholowych, proszku do pieczenia, wykorzystywane są też przy produkcji serów

topionych. Biorąc pod uwagę zastosowanie kwasu winowego w przemyśle spożywczym, powszechnie uznaje się go za bezpieczny. Maksymalna dawka kwasu winowego dodawanego do żywności (poza nielicznymi wyjątkowymi przypadkami, jak np.: suche przetwory zbożowe przeznaczone dla niemowląt) określana jest na zasadzie „*quantum satis*” [20]. Nie wyznaczając żadnego maksymalnego poziomu stosowania tego kwasu w produkcji żywności, jest on stosowany jako dodatek zgodnie z dobrą praktyką produkcyjną, w dawkach nieprzekraczających dawki koniecznej do uzyskania zamierzonego celu, pod warunkiem niewprowadzania w błąd konsumenta.

Mając na uwadze powszechność używania kwasu winowego w przemyśle spożywczym oraz złożoność problemu poszukiwania metod unieszkodliwiania pałeczek *Salmonella* w trakcie obróbki mięsa drobiowego, podjęto badania, których celem było określenie wpływu stężenia kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych i w tuszkach drobiowych.

Material i metody badań

Przedmiotem badań były szczepy bakterii: *Salmonella* Enteritidis nr 33/66, *Salmonella* Anatum nr 30/93, *Salmonella* Typhimurium nr 227/84, które otrzymano z Muzeum Szczepów Bakteryjnych Instytutu Weterynarii w Puławach.

W pierwszym etapie badań określano wpływ kwasu winowego (POCH S.A.) na pałeczki *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych. Ustalono następujące stężenia kwasu winowego (C₄H₆O₆) cz.d.a. w agarze odżywczym [%]: 0,01, 0,02, 0,03, 0,05, 0,1, 0,25, 0,5, 1,0, 1,5 i 2,0. Kwas winowy wyjaławiano przy użyciu filtra Millipor (Millex 9P, 022µ, Bedford), a następnie dodawano go w odpowiednich stężeniach do podłoża o temp. 50 °C.

Badane szczepy wsiewano do 9 ml bulionu odżywczego i po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37 °C uzyskiwano hodowlę wyjściową do dalszych badań. Następnie wykonywano z tej hodowli dziesięciokrotne rozcieńczenia i każdy szczep z każdego rozcieńczenia wysiewano: na agar odżywczy bez substancji chemicznych (próbka kontrolna) oraz na agar odżywczy z dodatkiem różnych ilości kwasu winowego. Stosowano posiew powierzchniowy. Płytki inkubowano w temp. 37 °C przez 24 do 48 h. Badania każdego szczepu powtórzono dziesięciokrotnie i obliczono wartości średnie.

Druga część badań dotyczyła przeanalizowania wpływ kwasu winowego na *Salmonella* Enteritidis obecną w elementach tuszek indyczych.

Badania przeprowadzono na 240 próbkach z piersi indyczych zakupionych w zakładach drobiarskich. Po dostarczeniu piersi indyczych do laboratorium przetrzymywano je w chłodziarce w temp. 4 °C, a następnie przygotowywano z nich 25 g próby do dalszych badań. W badaniach dotyczących sprawdzenia naturalnej obecności pałeczek *Salmonella* przeprowadzanych na próbach wybieranych losowo (w ilości 20 %

wszystkich prób pobieranych do badań z każdej zakupionej piersi) nie stwierdzano pałeczek *Salmonella*. Pozostałe próbki były celowo kontaminowane. Do zakażenia prób używano szczepu *Salmonella* Enteritidis nr 33/66. Powyższy szczep najpierw wsiewano do bulionu odżywczego i inkubowano w temp. 37 °C przez 24 h, a później na każdą próbkę наносono po 0,05 ml 24-godzinnej hodowli bulionowej *S. Enteritidis* rozcieńczonej od 10^{-4} do 10^{-8} . Określano wyjściowe inoculum prób kontrolnych w każdej serii badań. Zawiesinę bakteryjną rozprowadzano delikatnie, specjalną, szeroką eżą, możliwie na jak największej powierzchni próbki. Po naniesieniu bakterii wszystkie próbki przetrzymywano przez 20 min w chłodziarce w temp. 4 °C w celu całkowitego wysuszenia zawiesiny. Następnie każdą próbkę przenoszono do jałowych zlewek z 250 ml roztworu 1, 1,5 i 2 % kwasu winowego na 15 min. Z metod zalecanych do wykrywania pałeczek *Salmonella* z tuszek drobiowych, podrobów i produktów drobiarskich zastosowano metodę zalecaną w normach [8, 18].

Po 15 min działania roztworów kwasu winowego każdą próbkę przenoszono do jałowej zlewki i zalewano 225 ml zbuforowanej wody peptonowej (BPW, CM 509, Oxoid Basingstoke Hampshire, UK), po czym inkubowano w temp. 37 °C przez 20 h. Namnażanie selektywne wykonywano na podłożu seleninowo-cystynowym (SC, 0 687-17-1, Difco Laboratories Detroit MI, USA) i podłożu Müller-Kauffmana (MK, CM 343, Oxoid Basingstoke Hampshire, UK) oraz w podłożu Rappaport-Vassiliadis (RV, CM 669, Oxoid Basingstoke Hampshire, UK), a przesiewy na agarze z zielenią brylantową i czerwienią fenolową (BGA, CM 329, Oxoid Basingstoke Hampshire, UK), na podłożu bizmutawo-siarczynowym (BSA, 00 73-01-1, Difco Laboratories Detroit MI, USA) oraz na agarze z ksylozą, lizyną i dezoksychohanem (XLD, CM 469 Oxoid Basingstoke Hampshire, UK). Kolonie typowe lub podejrzane o przynależność do rodzaju *Salmonella* były identyfikowane serologicznie i biochemicznie. Do określenia charakterystycznych cech biochemicznych pałeczek *Salmonella* użyto testu API 20 E. Typy serologiczne określano na podstawie zmodyfikowanego schematu Kauffmana-White'a, zaproponowanego przez Popoffa i Le Minora, z zastosowaniem surowic wyprodukowanych w Krajowym Ośrodku *Salmonella*.

Próbie kontrolną stanowiły próby z piersi indyków zanieczyszczone pałeczkami *Salmonella*, które zanurzano w wodzie jałowej przez 15 min. Każdy wariant doświadczenia powtórzono dziesięciokrotnie.

Zebrany w doświadczeniu materiał liczbowy opracowano statystycznie, posługując się testem t-Studenta oraz analizą korelacji.

Wyniki i dyskusja

Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tab. 1. i 2. Wpływ kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Liczba pałeczek *Salmonella* wyrosłych na podłożu agarowym z dodatkiem kwasu winowego (n=10).Count of *Salmonella* spp. grown on agar substrate with the addition of tartaric acid (n=10).

Typ pałeczek <i>Salmonella</i> spp. Type of <i>Salmonella</i> spp.	Stężenie kwasu winowego [%] Concentration of tartaric acid [%]										
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,1	0,25	0,5	1	1,5	2
	Liczba kolonii [jtk/ml] Number of colonies [CFU/ml]										
<i>S. Anatum</i>	1,1×10 ⁸	4,6×10 ⁸	4,3×10 ⁸	4,3×10 ⁷	3,0×10 ⁷	0	0	0	0	0	0
<i>S. Enteritidis</i>	1,8×10 ⁸	1,4×10 ⁸	1,0×10 ⁸	4,1×10 ⁷	4,1×10 ⁷	0	0	0	0	0	0
<i>S. Typhimurium</i>	2,0×10 ⁸	1,6×10 ⁸	1,1×10 ⁸	1,1×10 ⁸	1,1×10 ⁸	0	0	0	0	0	0

Średnia liczba bakterii w próbkach kontrolnych bez dodatku kwasu winowego wynosiła w przypadku *S. Enteritidis* 1,8×10⁸, *S. Anatum* 1,1×10⁸, *S. Typhimurium* 2,0×10⁸. Kwas winowy w podłożu agarowym o stężeniu 0,1 % całkowicie hamował wzrost wszystkich badanych szczepów. *S. Typhimurium* przy stężeniu [%]: 0,01, 0,02, 0,03 i 0,05 % rosła w liczbach mieszczących się w tym samym przedziale logarytmicznym, co w badaniu kontrolnym. O jeden cykl logarytmiczny w porównaniu z próbą kontrolną nastąpiło zmniejszenie *S. Anatum* i *S. Enteritidis* przy stężeniu 0,05 i 0,03 %. Powyższe drobnoustroje przy pozostałych badanych stężeniach rosły w tym samym przedziale logarytmicznym, co w badaniu kontrolnym.

Wyniki badań wpływu kwasu winowego na *Salmonella* Enteritidis na elementach tuszek indyjskich przedstawiono w tab. 2.

Analizując wyniki badań uzyskane po zanurzeniu elementów tuszek indyjskich w kwasie winowym, łatwo zauważyć, że wykrycie pałeczek *Salmonella* z próbek zależy od inoculum tych bakterii na powierzchni tuszki drobiowej. Przy kontaminacji 10¹ jtk pałeczek *Salmonella* na powierzchni elementu tuszki indyjskiej i zanurzeniu jej na 15 min w wodnym roztworze 1,5 lub 2 % kwasu winowego nie stwierdzono pałeczek *Salmonella*, a w przypadku 1 % kwasu winowego nastąpiło zmniejszenie liczby próbek, w których wykryto pałeczki *Salmonella*, w stosunku do liczby próbek kontrolnych. Przy kontaminacji 10² jtk pałeczek *Salmonella* Enteritidis na powierzchni części tuszki indyjskiej i zanurzeniu jej na 15 min w wodnym roztworze 1,5 i 2 % kwasu winowego następowało zmniejszanie się liczby próbek, w których wykryto pałeczki *Salmonella*, w stosunku do liczby próbek kontrolnych, natomiast w przy zastosowaniu 1 % kwasu nie zaobserwowano wpływu na wykrywalność pałeczek *Salmonella*. Przy kontaminacji 10³ jtk na powierzchni tuszki indyjskiej zanurzonej w 1 i 1,5 % oraz 2 %

kwase winowym nie stwierdzono wpływu ww. stężeń kwasu na wykrywalność pałeczek *Salmonella*.

Tabela 2

Liczba próbek elementów tuszek indyjskich poddanych 15-minutowemu działaniu kwasu winowego, na których stwierdzono pałeczki *Salmonella* Enteritidis (n=10).

Number of samples of turkey carcass elements subjected to the effect of tartaric acid solution and with *Salmonella* Enteritidis found thereon (n=10).

Stężenie kwasu winowego Concentration of tartaric acid [%]	<i>Salmonella</i> Enteritidis nr 33/66				
	Rozcieńczenia (inoculum) Dilutions (inoculum)				
	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	8 ⁻⁸
	Liczba dodatnich wyników Number of positive results				
0	10	10	10	10	0
1	10	10	10	4	0
1,5	10	10	8	0	0
2	10	10	8	0	0

Prowadzone dotychczas badania [6, 11, 24] nad eliminowaniem pałeczek *Salmonella* pod wpływem czynników chemicznych na tuskach drobiowych miały na celu w pierwszym etapie zlikwidowanie mikroflory towarzyszącej, np. poprzez promieniowanie ultrafioletowe, a dopiero następnie zanieczyszczenie ich pałeczkami *Salmonella*. Dzięki temu możliwe było w dalszym etapie stosowanie nieselektywnych pożywek, które pozwalały na wykrycie uszkodzonych pałeczek *Salmonella* pod wpływem substancji chemicznych [4]. Wszystkie przytoczone badania wskazują, że stosowany w nich układ doświadczalny daleko odbiegał od rzeczywistych sposobów naturalnego zanieczyszczania tuszek pałeczkami *Salmonella* oraz warunków ich przechowywania. W badaniach własnych określono wpływ 1 i 2 % kwasu cytrynowego na pałeczki *Salmonella* w warunkach najbardziej zbliżonych do naturalnych, czyli na tuskach drobiowych pochodzących bezpośrednio z zakładów drobiarskich, nie poddawanych w laboratorium jakimkolwiek procesom zmierzającym do zlikwidowania mikroflory towarzyszącej.

Na podstawie wyników uzyskanych w badaniach własnych stwierdzono, że hamujący wpływ kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach bakteryjnych może mieć również miejsce na tuskach drobiowych. Niekorzystne działanie tych związków względem bakterii *Salmonella* było silniejsze w podłożach bakteryjnych niż w tuskach drobiowych.

W dostępnym piśmiennictwie brak jest szczegółowych informacji o wpływie kwasu winowego na różne wyjściowe liczby pałeczek *Salmonella* na tuszkach indyczych. Z danych jakie uzyskano z badań własnych wynika, że skuteczność przeciwbakteryjnego działania kwasu winowego jest zróżnicowana i zależy od jego stężenia oraz od wyjściowej liczby pałeczek *Salmonella* na tuszkach indyczych

Mechanizm unieszkodliwiającego działania kwasu winowego względem pałeczek *Salmonella* związany jest z obecnością zdysocjowanych cząstek oraz z niskim pH kwasów [4]. Prace wielu autorów [5, 22, 24] wskazują, że im wyższe jest stężenie kwasów organicznych, tym większa jest ich efektywność względem pałeczek *Salmonella*. W przypadku wysokiego stężenia kwasów w roztworach unieszkodliwiających pojawiają się w tuszkach zmiany sensoryczne [10]. Tamblyn i Conner [24] zaobserwowali zmiany takie, jak bladeść skóry oraz nieprzyjemny zapach przy stężeniu testowanych kwasów równym bądź większym niż 2 %. Z przeprowadzonych badań własnych wynika, że istnieje możliwość unieszkodliwiania pałeczek *Salmonella* na tuszkach drobiowych poprzez naniesienie na jego powierzchnię 1,5 % kwasu winowego, a 1 % kwas winowy powoduje znaczne zmniejszenie liczby próbek, w których wykrywano pałeczki *Salmonella*, w stosunku do liczby próbek kontrolnych. Takie stężenie ww. kwasu powoduje zahamowanie namnażania się pałeczek *Salmonella* i nie powoduje zmiany zapachu i barwy mięsa.

W opracowaniu statystycznym do weryfikacji odpowiednich hipotez statystycznych przyjęto poziom istotności $p = 0,10$. Analiza korelacji została przeprowadzona na liczbach logarytmowanych. W przypadku każdego badanego typu pałeczek *Salmonella* obserwowano istotną ujemną, na poziomie $p = 0,05$, zależność liczby bakterii od stężenia kwasu winowego. Współczynnik korelacji (r) przyjął wartość ujemną równą - 0,65.

Wnioski

1. Hamujący wpływ kwasu winowego w podłożach bakteryjnych był wysoki. Kwas ten w podłożu agarowym o stężeniu 0,1 % całkowicie hamował wzrost wszystkich badanych szczepów *Salmonella*.
2. Kwas winowy może być również wykorzystywany do niszczenia pałeczek *Salmonella* w tuszkach drobiowych. Niekorzystne działanie tego związku względem bakterii *Salmonella* było silniejsze w podłożach bakteryjnych niż w tuszkach drobiowych.
3. Wykrycie pałeczek *Salmonella* z próbek uprzednio zanurzonych w kwasie winowym zależy od liczby tych bakterii na powierzchni tuszki drobiowej. Przy kontaminacji 10^1 jtk pałeczek *Salmonella* na powierzchni elementu tuszki indyczej i zanurzeniu jej na 15 min w wodnych roztworach 1,5 i 2 % kwasu winowego nie stwierdzono pałeczek *Salmonella*.

Literatura

- [1] Antunesa P., Reub C., Sousab C., Peixeb L., Pestanab N.: Incidence of *Salmonella* from poultry products and their susceptibility to antimicrobial agents. *Int. J. Food Microbiology*, 2003, **82** (2), 97-103.
- [2] Breen P.J., Salari H., Compadre C.M.: Elimination of *Salmonella* contamination from poultry tissues by cetylpyridinium chloride solutions. *J. Food Prot.*, 1997, **60** (9), 1019-1021.
- [3] Bystron J., Kosek-Paszkowska K., Molenda J., Czerw M.: Occurrence of *Salmonella* spp. in chicken carcasses *Medycyna Wet.*, 2004, **60** (3), 225-336.
- [4] Conner D.E., Bilgili S.F.: Skin attachment model for improved laboratory evaluation of potential carcass disinfectants for their efficacy against *Salmonella* attached to broiler skin. *J. Food Prot.* 1994, **57** (8), 684-688.
- [5] Dickson J.S., Anderson M.E.: Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: a review. *J. Food Prot.*, 1992, **55** (2), 133-140.
- [6] Dickson J. S., Nettles Cutter C. G., Siragusa G. R.: Antimicrobial effects of trisodium phosphate against bacteria attached to beef tissue. *J. Food Prot.*, 1994, **57** (11), 952-955.
- [7] Dorsa W. J., Cutter C. N., Siragusa G. R.: Effects of acetic acid, lactic acid and trisodium phosphate on the microflora of refrigerated beef carcass surface tissue inoculated with *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria innocua*, and *Clostridium sporogenes*. *J. Food Prot.*, 1997, **60** (6), 619-624.
- [8] ISO 6579: 1993(E). Microbiology – General guidance on methods for the detection of *Salmonella*.
- [9] Jetton. J.P., Bilgili S.F., Conner D.E., Kotrola J.S., Reiber M.A.: Recovery of salmonellae from chilled carcasses as affected by rinse media and enumeration method. *J. Food Prot.*, 1992, **55** (5), 329-333.
- [10] Kotula K., Thelappurate R.: Microbiological and sensory attributes of retail cuts of beef treated with acetic and lactic acid solutions. *J. Food Prot.*, 1994, **57** (8), 665-670.
- [11] Lillard H.S.: Effect of trisodium phosphate on salmonellae attached to chicken skin. *J. Food Prot.*, 1994, **57** (6), 465-469.
- [12] Lillard H.S.: The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and cross-contamination of broiler carcasses. *J. Food Prot.*, 1990, **53** (3), 202-204.
- [13] Mikołajczyk A., Radkowski M.: Elimination of *Salmonella* spp. by lactic acid. *Pol. J. Vet. Sci.*, 2002, **5** (3), 139-143.
- [14] Mikołajczyk A., Radkowski M.: *Salmonella* spp. on chicken carcasses in processing plants in Poland. *J. Food Prot.*, 2002, **65**, 1475-1479.
- [15] Mikołajczyk A., Radkowski M.: The occurrence of *Salmonella* spp. in turkeys investigation results from a slaughter and after-slaughter dressing line in Poland. *Fleischwirtschaft*, 2002, **32**, 52-54.
- [16] Mikołajczyk A., Radkowski M.: Zanieczyszczenie pałeczkami *Salmonella* indyków rzeźnych w zakładach drobiarskich. *Życie Weterynaryjne*, 2001, **7**, 376-378.
- [17] Mikołajczyk A., Radkowski M.: Zanieczyszczenie pałeczkami *Salmonella* kurcząt rzeźnych w zakładach drobiarskich. *Med. Wet.*, 2001, **57**, 745-747.
- [18] PN-ISO 6579 1998. Mikrobiologia. Ogólne zasady metod wykrywania pałeczek *Salmonella*.
- [19] Radkowski M., Mikołajczyk A.: Wpływ chlorku heksadecylopyridyniowego na unieszkodliwianie pałeczek *Salmonella* w mięsie. *Med. Wet.*, 2004, **60** (2), 150-253.
- [20] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki społecznej z dnia 18 września 2008 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych - wraz z załącznikami. *Dz. U.* 2008, nr 177 poz. 1094.
- [21] Russell S. M., Fletcher D. C., Walker J. M., Bailey J.S.: The effect of hydrogen peroxide and sodium bicarbonate rinses on the recovery of bacteria from broiler carcasses. *Poult. Sci.*, 1993, **72** (supp.1), 190-193.

- [22] Sawaya W.N., Elnawawy A.S., Al-Zenki S., Al-Otaibi J., Al-Omirah I.I., Al-Amiri H.: Storage stability of chicken as affected by MAP and lactic acid treatment. *J. Food Sci.*, 1995, **60** (3), 611-614.
- [23] Smulders F.J. M., Upmann M.: Verminderung der bakteriellen Belastung auf frischem Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 2000, **80**, 27-29.
- [24] Tamblin K.C., Conner D.E.: Bactericidal activity of organic acids against *Salmonella typhimurium* attached to broiler chicken skin. *J. Food Prot.*, 1997, **60** (6), 629-633.
- [25] Tsai Y.W., Ingham S.C.: Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in Acidic condiments. *J. Food Prot.*, 1997, 60(7), 751-755.
- [26] Wang W.-Ch., Li Y., Slavik M., Xiong H.: Trisodium phosphate and cetylpyridinium chloride spraying on chicken skin to reduce attached *Salmonella typhimurium*. *J. Food Prot.*, 1997, **60** (8), 992-994.
- [27] Xiong H., Li Y., Slavik M.F., Walker J.T.: Spraying chicken skin with selected chemicals to reduce attached *Salmonella typhimurium*. *J. Food Prot.*, 1998, **61** (3), 272-275.

EFFECT OF TARTARIC ACID ON SALMONELLA SPP. IN MICROBIOLOGICAL MEDIA AND IN TURKEY CARCASSES

S u m m a r y

The objective of the investigations was to determine the effect of tartaric acid concentration on *Salmonella* spp. in microbiological substrates and poultry carcasses. The average bacteria counts in the control samples without tartaric acid were: as for *S. Enteritidis*: 1.8×10^8 ; as for *S. Anatum*: 1.1×10^8 ; and 2.0×10^8 in the case of *S. Typhimurium*. tartaric acid in 0.1 % concentration agar substrate totally inhibited the growth of all the *Salmonella* strains studied. With the concentration of 0.05 % and 0.03 % of tartaric acid, the count of *S. Anatum* and *S. Enteritidis* decreased by one logarithmic cycle if compared to the control sample. However, the count of *S. Typhimurium* grew by the numbers from the same logarithmic range as in the control investigation. The results of the investigations obtained after the turkey carcass elements were immersed in the tartaric acid prove that the fact whether or not the *Salmonella* spp. are detected in the samples depends on the inoculum of these bacteria on the surface of poultry carcasses. *Salmonella* spp. were not found when the surface of turkey carcass element was contaminated with 10^1 *Salmonella* spp. colony-forming-units (cfj) and immersed for 15 minutes in aqueous solutions of 1.5 % and 2 % tartaric acid. However, it was found that the contamination of 10^2 cfj resulted in a reduced number of samples, in which *Salmonella* spp. were detected compared to the number of control samples.

The inhibiting impact of tartaric acid on *Salmonella* spp. in bacterial substrates can also occur in the case of poultry carcasses. The unfavourable effect of this compound on *Salmonella* bacteria was stronger in the microbiological media than in the poultry carcasses.

Key words: *Salmonella*, tartaric acid, turkey carcasses, microbiological media ☒

MAREK NOWAK, TADEUSZ TRZISZKA

ZACHOWANIA KONSUMENTÓW NA RYNKU MIĘSA DROBIOWEGO

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań czynników determinujących wybór i spożycie mięsa drobiowego. W badaniach zastosowano wywiady bezpośrednie z użyciem kwestionariusza zawierającego pytania otwarte dotyczące kryteriów wyboru mięsa drobiowego, atrybutów jego jakości oraz zwyczajów zakupowych i konsumpcyjnych. Przeprowadzono 386 wywiadów. Próbę dobrano celowo według schematu kwotowego, uwzględniając płeć i wiek respondentów. Z analizy odpowiedzi wynika, że: kryteria zakupu mięsa drobiowego stanowiły smak, wartość odżywcza, krótki okres przygotowania; ponad połowa ankietowanych nie była w stanie podać atrybutów jakości mięsa drobiowego, a pozostali wskazali na jego świeżość i odpowiedni wygląd; 90 % nie było zainteresowanych identyfikacją producenta mięsa, a głównymi powodami jego spożywania były wartość kaloryczna i dietetyczna oraz łatwość przygotowania.

Słowa kluczowe: mięso drobiowe, zwyczaje zakupowe i konsumpcyjne, jakość

Wprowadzenie

Mięso drobiowe produkowane jest z udomowionych gatunków drobiu, tj. kur, indyków, gęsi i kaczek. Podstawowym surowcem rzeźnym są kurczęta brojlery, które w skali globalnej stanowią około 86 % ptaków ubijanych na mięso. W Polsce mięso kurcząt rzeźnych stanowi około 68 % mięsa drobiowego, indycze 21 %, gęsie 2 % i kaczki 1 % [6]. W obrocie towarowym mięso drobiowe występuje w postaci tuszek oraz elementów kulinarnych m.in. piersi, nóg, ud, podudzi, skrzydeł [22].

Mięso drobiowe jest źródłem pełnowartościowego białka zwierzęcego. Według wzorca zalecanego przez FAO/WHO wartość biologiczna mięsa kurcząt jest równoważna wartości białka mleka. Pod względem odżywczym mięso drobiowe przewyższa mięso wieprzowe i wołowe, gdyż zawiera więcej białka ogólnego oraz mniej tkanki

Dr M. Nowak, Katedra Ekonomii i Zarządzania, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24 A, 50-363 Wrocław, prof. dr hab. T. Trziszka, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C. K. Norwida 25, 50-375

łączonej, zwłaszcza kolagenu. Mięso drobiu jest łatwo przyswajalne i ma niższą wartość energetyczną, gdyż zawiera nie tylko mniej tłuszczu, ale też tłuszcz ten bogaty jest w nienasycone kwasy tłuszczowe [10]. Jest ono również dobrym źródłem składników mineralnych m.in. potasu, wapnia, fosforu, sodu, a także żelaza [24].

Smakowitość mięsa wynika z połączenia dwóch czynników sensorycznych: zapachu i smaku. Zapach, jako łatwiej wyczuwalny niż smak, uważany jest za cechę ważniejszą i bardziej charakterystyczną. Na zapach mięsa kurcząt wpływa około pięciuset związków, w większości powstających w procesie jego dojrzewania. Dojrzałe mięso ma bardziej intensywny smak i aromat niż świeże, bezpośrednio po uboju. Panuje pogląd, że smak mięsa drobiu z chowu ekstensywnego bardziej odpowiada konsumentom niż smak mięsa drobiu z chowu intensywnego. Mięso brojlerów ma delikatną strukturę włókien mięśniowych, a tkankę łączną tworzy mało usieciowany kolagen, co związane jest z bardzo krótkim okresem tuczu (6 - 8 tygodni), dlatego mięso drobiowe jest łatwiej trawione po standardowej obróbce cieplnej [7, 27]. Walory mięsa drobiowego (w tym niska zawartość tłuszczu i kolagenu), wynikające z wyżej wspomnianego krótkiego okresu tuczu, zwłaszcza kurcząt rzeźnych, wpływają na preferencje konsumentów, uwzględniających właściwości dietetyczne oraz łatwość przygotowania szerokiej palety potraw.

Polska jest znaczącym producentem mięsa drobiowego. Z produkcją na poziomie ponad 1 mln ton rocznie, kraj nasz zajmuje piętnaste miejsce w świecie i piąte w Unii Europejskiej [25]. Mięso drobiowe staje się coraz ważniejszym składnikiem diety Polaków. W latach 2000 - 2007 jego roczna konsumpcja na osobę wzrosła aż o 63,3 % (z 14,7 do 24,0 kg), zaś udział w spożyciu mięsa ogółem zwiększył się z 14,7 do 22,2 % [28].

Material i metody badań

Badania przeprowadzono w latach 2006 - 2008 na terenie wrocławskich osiedli mieszkaniowych, centrów handlowych i terenów rekreacyjnych. Jako narzędzie badawcze wykorzystano bezpośredni wywiad kwestionariuszowy.

W badaniach wzięło udział 386 osób dokonujących zakupów dla całej rodziny, spośród których 96,7 % deklarowało spożycie mięsa drobiowego. Próbę dobrano celowo według schematu kwotowego, uwzględniając płeć i wiek respondentów. Do dalszej analizy zakwalifikowano 300 kwestionariuszy. W celu ustalenia związku między płcią i wiekiem respondentów a zmiennymi charakteryzującymi zwyczaje zakupowe i konsumpcyjne zastosowano test χ^2 z wykorzystaniem programu Statistica 8.0.

Jak wynika z danych zamieszczonych w tab. 1., badaniami objęto więcej kobiet (54,0 %) niż mężczyzn (46,0 %). Największą grupę stanowiły osoby w wieku 19 - 29 lat (28,0 %) oraz 50 - 59 lat (20,7 %). Respondenci legitymowali się głównie wykształceniem średnim (45,0 %) i wyższym (32,0 %). Najwięcej gospodarstw domo-

wych liczyło dwie (28,6 %) i trzy (26,0 %) osoby. Deklarowane dochody miesięczne rodzin większości respondentów wynosiły 1001 - 2000 zł (41,3 %) i 2001 - 3000 zł (33,0 %).

Tabela 1

Struktura społeczno-ekonomiczna konsumentów mięsa drobiowego.
Socioeconomic structure of consumers of poultry meat.

Specyfikacja Specification		Liczba odpowiedzi Number of responses	Udział [%] Percentage
Płeć Sex	kobieta / female	162	54,0
	mężczyzna / male	138	46,0
	Razem / Total	300	100,0
Wiek Age [years]	19 - 29	84	28,0
	30 - 39	52	17,3
	40 - 49	59	19,7
	50 - 59	62	20,7
	>59	43	14,3
	Razem / Total	300	100,0
Wykształcenie Education	wyższe / higher	96	32,0
	średnie / secondary	135	45,0
	zawodowe / vocational	60	20,0
	podstawowe / primary	9	3,0
	Razem / Total	300	100,0
Liczba osób w gospodarstwie domowym Number of persons in the household	1	44	14,7
	2	86	28,6
	3	78	26,0
	4	66	22,0
	5	23	7,7
	6	3	1,0
	Razem / Total	300	100,0
Dochody miesięczne gospodarstwa domowego [zł] Monthly Income in the household [PLN]	≥1000	23	7,7
	1001 - 2000	124	41,3
	2001 - 3000	99	33,0
	3001 - 5000	41	13,7
	>5000	13	4,3
	Razem / Total	300	100,0

Źródło: Badania zrealizowane w Katedrze Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością.

Source: Survey researches conducted at the Department of Animal Products Technology and Quality Management.

Wyniki i dyskusja

Odpowiedzi dotyczące zakupu i spożycia mięsa drobiowego poddano segmentacji, w wyniku której podobne opinie przypisano do odrębnych zbiorów. Suma udziałów odpowiedzi udzielonych na poszczególne pytania może przewyższać 100 %, gdyż respondenci wskazywali po kilka czynników wpływających na ich opinie.

Tabela 2

Czynniki determinujące wybór mięsa drobiowego.
Factors determining the choice of poultry meat.

L.p. No	Specyfikacja Specification	Odpowiedzi Responses	Liczba wskazań Number of responses	Udział [%] Percentage
1.	Kryteria wyboru mięsa drobiowego Criteria for choosing poultry meat	smak taste	213	71,0
		wartość odżywcza nutritional value	171	57,0
		czas przygotowania time of preparation	89	29,7
		cena price	85	28,3
		jakość quality	60	20,0
2.	Atrybuty jakości mięsa drobiowego ¹ Quality attributes of poultry meat ¹	brak odpowiedzi no response	33	55,0
		świeżość i wygląd freshness and appearance	20	33,3
		wartość dietetyczna nutritional value	6	10,0
		inne other	1	1,7
3.	Zakup mięsa drobiowego wyłącznie określonych producentów Purchasing poultry meat only from specific manufactures	tak yes	29	9,7
		nie no	271	90,3
4.	Miejsce zakupu mięsa drobiowego Place of purchasing poultry meat	sklep mięsny lub firmowy butcher shop	93	31,0
		mały sklep spożywczy i inne miejsca small grocery shop and other places	78	26,1
		osiedlowy sklep spożywczy grocery shop in housing estate	70	23,3
		market i supermarket market and supermarket store	64	21,3

c.d. Tab. 2

5.	Rodzaj mięsa drobiowego zakupionego w ostatnim miesiącu Kind of poultry meat purchased last month	filety z piersi kurczęcia chicken breast fillet	127	42,3
		udka kurczęcia chicken leg	86	28,7
		tuszka kurczęcia chicken carcass	79	26,3
		porcja rosółowa i skrzydła kurczęcia broth meat and chicken wings	69	23,0
		mięso indyka i inne turkey meat and other	64	21,3
		mięso mielone i podroby kurczęcia minced chicken meat and giblets	44	14,7
6.	Forma opakowania mięsa drobiowego Form of packaging for poultry meat	bez opakowania without packaging	233	77,7
		tacki styropianowe i folia polystyrenowa polystyrene trays and foil	46	15,3
		obojętne i inne opakowania unimportant and other packaging	32	10,7
7.	Postać spożywanego mięsa drobiowego Form of poultry meat consumed	gotowane boiled	253	84,3
		smażone fried	216	72,0
		pieczone i duszone roasted and stewed	153	51,0
		inna postać other form	130	43,3
8.	Częstotliwość spożywania mięsa drobiowego Consumption rate of poultry meat	do dwóch razy tygodniowo up to twice a week	122	40,7
		do czterech razy tygodniowo up to four times a week	112	37,3
		jeden raz na tydzień i inna once a week and other rate	66	22,0
9.	Główne powody spożywania mięsa drobiowego Main reasons for eating poultry meat	zdrowotność health	161	53,7
		cechy sensoryczne sensory features	124	41,3
		dyspozycyjność availability	100	33,3
		cena i inne price and other	39	13,0

Objaśnienia: / Explanatory notes:

¹ Pytanie skierowane do osób, które w odpowiedzi na pytanie pierwsze wskazały jakość jako kryterium wyboru mięsa drobiowego / This question was put to those persons whose responses to the first question named the quality to be their criterion for choosing poultry meat.

Źródło: Badania zrealizowane w Katedrze Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością
Source: Survey researches conducted at the Department of Animal Products Technology and Quality Management

Do określenia stopnia powiązań między cechami respondentów a opiniami dotyczącymi zakupu i konsumpcji mięsa drobiowego zastosowano test χ^2 . W tablicach trójdzielczych umieszczono dwie cechy demograficzne ankietowanych (płeć i wiek) oraz siedem wariantów odpowiedzi dotyczących zakupu i spożycia mięsa drobiowego [18]. Wyniki analizy przedstawiono w tab. 3.

Tabela 3

Wpływ czynników demograficznych na opinie respondentów dotyczące zakupu i spożycia mięsa drobiowego (wartości testu χ^2).
Impact of demographic factors on the respondents' opinions as regards the purchase and consumption of poultry meat (χ^2 test values).

Odpowiedzi Responses	Płeć i wiek Sex and age
Kryteria wyboru mięsa drobiowego Criteria for choosing poultry meat	44,672
Miejsce zakupu mięsa drobiowego Place of purchasing poultry meat	42,556
Rodzaj zakupionego mięsa drobiowego Kind of poultry meat	42,2427
Forma opakowania mięsa drobiowego Form of packaging for poultry meat	37,006*
Postać spożywanego mięsa drobiowego Form of poultry meat eaten	76,652*
Częstotliwość spożywania mięsa drobiowego Poultry meat consumption rate	15,500
Powody spożywania mięsa drobiowego Reasons for eating poultry meat	51,693*

Objaśnienia / Explanatory notes:

* wartość statystycznie istotna przy $\alpha = 0,05$ / statistically significant value at $\alpha = 0.05$

Źródło: Badania zrealizowane w Katedrze Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością.

Source: Survey researches conducted at the Department of Animal Products Technology and Quality Management.

W krajowej literaturze przedmiotu prezentowane są poglądy, że nabywcy mięsa i innych artykułów żywnościowych kierują się ceną i jakością produktów [2, 5, 18, 23] bądź przede wszystkim ich jakością [11, 12]. Badani respondenci uznali smak, wartość odżywczą, krótki czas przygotowania i cenę za główne czynniki decydujące o zakupie mięsa drobiowego. Podobne wyniki uzyskano w badaniach Jeznach [9]. Należy przy tym zauważyć, że w odpowiedziach na pytanie 1. użyto określeń, które można w całości – poza ceną – zaklasyfikować do towaroznawczych atrybutów jakości, takich jak: zdrowotność, atrakcyjność sensoryczna i dyspozycyjność (łatwość przygotowania posiłków) [27]. Jakość wskazało 20 % ankietowanych, a ponad połowa spośród nich nie chciała bądź nie umiała określić jej atrybutów. Pozostali pod pojęciem jakości rozu-

mieli głównie świeżość i odpowiedni wygląd mięsa drobiowego. W badaniach konsumenckiej struktury cech jakościowych produktów mięsnych za najważniejsze również uznano świeżość oraz smak i zapach [8, 14, 17, 21].

W badaniach własnych ustalono, że dla nabywców mięsa drobiowego nieistotne było jego pochodzenie. Tylko około 10 % ankietowanych deklarowało zakup mięsa określonych producentów. Podobne rezultaty uzyskano w badaniach przeprowadzonych w 2004 roku na rynku wrocławskim [20]. Natomiast według Bukwały i Świdły zaufanie do producenta jest istotne dla niemal połowy konsumentów mięsa [2].

W Polsce zakupy żywności dokonywane są głównie w sklepach osiedlowych, a mięsa w sklepach jednobranżowych [8, 15, 26]. W badaniach własnych potwierdzono tę prawidłowość. Jako miejsce zakupu mięsa drobiowego wskazywano przede wszystkim sklepy mięsne oraz niewielkie osiedlowe sklepy spożywcze.

Współcześni konsumenci żywności poszukują produktów umożliwiających szybkie i wygodne przygotowanie posiłku. Dlatego też produkcja tuszek jest zastępowana produkcją drobiu w elementach kulinarnych, które stanowią najczęściej kupowany rodzaj mięsa drobiowego na rynku krajowym [5, 7]. W strukturze zakupów badanych respondentów również przeważały elementy – piersi drobiowe i udka. We wcześniejszych badaniach (2003 r.) przeprowadzonych na tym rynku ustalono, że najczęściej sprzedawane były całe tuszki kurcząt [19]. Zdecydowana większość ankietowanych kupowała mięso drobiowe nieopakowane („na wagę”).

Król i wsp. jako preferowany sposób przygotowania potraw mięsnych wskazują smażenie, pieczenie i grillowanie (69 % wskazań) oraz gotowanie (31 %) [13]. W badaniach własnych gotowanie uzyskało ponad 84 % wskazań, a smażenie mięsa drobiowego 72 %. Największy segment tworzyli respondenci deklarujący konsumpcję mięsa drobiowego do dwóch razy w tygodniu. Według Górskiej-Warsewicz [5] ten rodzaj mięsa spożywany jest najczęściej jeden raz tygodniowo. Zdaniem Makwały [16] do czynników decydujących o konsumpcji mięsa należą: walory odżywcze i smakowe oraz rutyna i łatwość przyrządzania posiłków. Z badań własnych wynika, że głównymi czynnikami decydującymi o spożyciu mięsa drobiowego są kolejno: zdrowotność, cechy sensoryczne i dyspozycyjność.

W celu określenia wpływu czynników demograficznych na opinie respondentów dotyczące zakupu i spożycia mięsa drobiowego dokonano wstępnej segmentacji poszczególnych wariantów odpowiedzi zgodnie z wymogami dotyczącymi liczności pól tablic wielozmiennych [3, 4, 18]. Analiza wartości testu χ^2 wykazała istnienie statystycznie istotnego związku między płcią i wiekiem respondentów a preferowana forma opakowania, postacią spożywanego mięsa drobiowego oraz powodami jego spożywania. Mięso drobiowe „na wagę” kupowały przede wszystkim kobiety w wieku 50 - 59 lat i ponad 59 lat. Natomiast mięso konfekcjonowane (tacki styropianowe i folia polietylenowa) – kobiety w wieku 19 - 49 lat. Jedzenie mięsa smażonego deklarowali męż-

czyźni w wieku 19 - 49 lat oraz kobiety w wieku 19 - 39 lat, gotowanego – kobiety mające ponad 59 lat oraz mężczyźni w przedziale 30 - 49 lat, pieczonego – mężczyźni mający 30 - 49 lat oraz kobiety w wieku ponad 40 lat. Walory zdrowotne mięsa drobiowego były ważne dla kobiet powyżej 50 lat i dla mężczyzn powyżej 59 lat, cechy sensoryczne dla kobiet w wieku 19 - 29 lat oraz mężczyzn w wieku 19 - 49 lat, dyspozycyjność dla kobiet w wieku 30 - 49 lat i mężczyzn w przedziale wiekowym 19 - 29 lat. W badaniach zachowań konsumentów na rynku mięsa i jego przetworów ustalono, że dla kobiet najistotniejsza była wartość odżywcza i przydatność kulinarna, a dla mężczyzn smak i wartość odżywcza [19]. Natomiast z badań preferencji żywieniowych ludzi starszych wynika, że smak był dla nich istotniejszy niż wartość żywieniowa [1].

Wnioski

1. Mięso drobiowe wybierane było jako składnik posiłków ze względu na jego smak, wartość odżywcza, krótki czas przygotowania i relatywnie niską cenę.
2. Dla zdecydowanej większości respondentów nie miało znaczenia, w jakim zakładzie mięso zostało wyprodukowane.
3. Mięso drobiowe kupowane było głównie w formie nieopakowanych filetów z piersi kurcząt, udek i całych tuszek.
4. Walory zdrowotne mięsa drobiowego były istotne dla starszych konsumentów, natomiast właściwości sensoryczne dla młodszych.

Literatura


- [1] Babicz-Zielińska E.: Czynniki wpływające na wybór żywności. Konsument żywności i jego zachowania rynkowe. Ogólnopolska Konferencja Naukowa, SGGW, Warszawa 2000, ss. 245-253.
- [2] Buwała J., Świda J.: Postawy i preferencje konsumentów na rynku produktów mięsnych i mleczarskich. Konsument żywności i jego zachowania rynkowe. Ogólnopolska Konferencja Naukowa, SGGW, Warszawa 2000, ss. 274-278.
- [3] Churchill G.A.: Badania marketingowe. Podstawy metodologiczne. PWN, Warszawa 2002, s. 774.
- [4] Dobosz M.: Wspomagana komputerowo statystyczna analiza wyników badań. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2004, s. 358.
- [5] Górska-Warsewicz H.: Konsument na rynku mięsa i jego przetworów. Przem. Spoż., 2006, **3**, 41-43.
- [6] Grabowski T.: Drób mięsny jako surowiec rzeźny. Cz. I. Polskie Drobiarstwo, 2003, **11**, 16-17.
- [7] Grabowski T., Kijowski J.: Mięso i przetwory drobiowe. Technologia, higiena, jakość. WNT, Warszawa 2004, ss. 156-169.
- [8] Gutkowska K., Ozimek I.: Zwyczaje zakupowe żywności wśród wielkomiejskich konsumentów i kryteria ich różnicowania., Rocz. Nauk. SERiA, 2005, t. **VII**, z. **3**, 68.
- [9] Jeznach M.: Jakość jako kryterium wyborów konsumenckich na rynku żywności. Decyzje konsumentów i ich determinanty. Wyd. UWM, Olsztyn 2003, ss. 17-25.
- [10] Kijowski J.: Wartość żywieniowa mięsa drobiowego. Przem. Spoż., 2000, **3**, 10-11.
- [11] Kosicka M.: Konsument wobec konieczności podejmowania decyzji dotyczących zakupów produktów żywnościowych. Rocz. Nauk. SERiA, 2004, t. **VI**, z. **2**, 143.

- [12] Kotarbiński J.: Organizacja zarządzania marką. Mięso i Wędliny, 2002, **6**, 70-72.
- [13] Król E., Staniek H., Przybylska A., Krejpcio Z., Olejnik D.: Charakterystyka wybranych aspektów żywienia pacjentów z chorobami układu krążenia na podstawie preferencji pokarmowych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **2 (47)** Supl., 162-169.
- [14] Krupa J., Majka A.: Badanie preferencji konsumenckich mięsa i jego przetworów w południowo-wschodnim makroregionie Polski. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2000, **2 (23)**, 91-99.
- [15] Malinowska M., Kucharska B.: Zachowania podmiotów rynkowych w warunkach globalizacji. PWE, Warszawa 2006, ss. 86-91.
- [16] Makala H.: Konsumenci na rynku żywności. Przem. Spoż., 2004, **7**, 16, 23.
- [17] Mikuta B.: Polski konsument żywności. W: Marketing w strategiach rozwoju sektora rolno-spożywczego – pod. red. M. Adamskiego. Wyd. SGGW, Warszawa 2003, s. 121.
- [18] Mynarski S.: Analiza danych rynkowych i marketingowych z wykorzystaniem programu STATISTICA, Wyd. AE w Krakowie, Kraków, 2003, ss. 40, 41, 45.
- [19] Nowak M.: Wrocławski rynek mięsa z kurczaków. Roczn. Nauk. SERiA, 2005, t. **VII**, z. **3**, 124.
- [20] Nowak M., Trziszka T.: Preferencje konsumentów żywności wygodnej z mięsa drobiowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **2 (47)**, 137.
- [21] Ozimek I.: Oczekiwania konsumentów wobec jakości żywności. W: Agrobiznes 2003. Jakość jako podstawowy instrument konkurencyjności w agrobiznesie – pod red. S. Urbana. T. 2. Wyd. AE we Wrocławiu, Wrocław 2003, s. 157.
- [22] PN-A-86524:1994. Mięso drobiowe w elementach.
- [23] Rachocka J.: Ocena kondycji finansowej gospodarstw domowych i sytuacji rynkowej w Polsce w świetle badań ankietowych. Konsument żywności i jego zachowania rynkowe. Ogólnopolska Konferencja Naukowa, SGGW, Warszawa 2000, ss. 426-431.
- [24] Rachwał A.: Cechy chemiczne mięsa drobiowego. Hodowca Drobiu, 2006, **2**, 28-33.
- [25] Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, GUS, Warszawa 2007, s. 822.
- [26] Sobczyk G., Lipowski M., Łukasik P., Mącik R.: Zwyczaje zakupowe konsumentów artykułów żywnościowych. Konsument żywności i jego zachowania rynkowe. Ogólnopolska Konferencja Naukowa, SGGW, Warszawa 2000, ss. 441-453.
- [27] Świderski F.: Towaroznawstwo żywności przetworzonej. Wyd. SGGW, Warszawa 2003, ss. 143, 225-245.
- [28] Świątlik K.: Ceny detaliczne i spożycie mięsa. Rynek mięsa. Stan i perspektywy, 2007, **33**, 41.

CONSUMER BEHAVIOUR ON THE POULTRY MEAT MARKET

Summary

In the paper, results are presented of the survey researches on factors determining the choice and consumption of poultry meat. The survey consisted of direct interviews with a questionnaire containing open questions, which referred to criteria of choosing poultry meat, meat quality characteristics, and to purchasing and consumption habits. The sample was selected intentionally according to a quota scheme, with respect to the sex and age of the respondents. The analysis of responses proved what follows: the criteria deciding whether or not to buy poultry meat were flavour, nutritional value, and short preparation time; over 50 % of the respondents were unable to name the quality features of poultry meat, whereas the others indicated its freshness and proper appearance; 90 % were not interested in identifying the manufacturers of meat, and the main reasons for eating poultry meat were its calorific and nutritional values, and easy preparation.

Key words: poultry meat, purchasing and consumption habits, quality 

DOMINIKA JAKUBOWSKA, MONIKA RADZYMIŃSKA,
STEFAN S. SMOCZYŃSKI

OKREŚLENIE DETERMINANT WPLYWAJĄCYCH NA PERCEPCJĘ RYZYKA W ZAKRESIE BEZPIECZEŃSTWA MIĘSA I PRODUKTÓW MIĘSNYCH

Streszczenie

W pracy podjęto próbę określenia związku pomiędzy cechami demograficznymi konsumentów a determinantami postrzeganego ryzyka związanego z zagrożeniami chemicznymi produktów mięsnych.

Badania zrealizowano na reprezentatywnej próbie mieszkańców Olsztyna, przy zastosowaniu techniki doboru kwotowego próby.

Ustalono, że spośród zmiennych demograficznych wiek jest czynnikiem różnicującym składowe postrzeganego ryzyka. Wyróżniono dwie grupy konsumentów różniące się wiedzą, świadomością, obawami związanymi z występowaniem chemicznych związków w produktach mięsnych oraz opiniami na temat ich kontroli.

Słowa kluczowe: percepcja ryzyka, konsument, mięso i produkty mięsne

Wprowadzenie

Wyodrębnienie i usystematyzowanie głównych elementów wpływających na postrzeganie zagrożeń przez konsumentów jest szczególnie cenne w kontekście uniknięcia bądź zminimalizowania strat, w tym także ekonomicznych, mogących się pojawić w obliczu ujawnionych przez środki masowego przekazu zagrożeń związanych z żywnością. Dlatego też postrzeganie zagrożeń przez konsumentów, zwłaszcza związanych z produktami mięsnymi, jest przedmiotem zainteresowania wielu dyscyplin naukowych. Dowodem tego są liczne opracowania naukowe [2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17].

Celem pracy było określenie percepcji ryzyka związanego z występowaniem związków chemicznych w produktach mięsnych w zależności od cech demograficz-

Dr D. Jakubowska, dr inż. M. Radzyńska, prof. dr hab. inż. S.S. Smoczyński, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Pl. Cieszyński 1 b. 43, 10-957 Olsztyn

nych konsumentów. Dokonano również klasyfikacji respondentów ze względu na postrzeganie składowych ryzyka.

Material i metody badań

Badania zrealizowano metodą pomiaru sondażowego przy zastosowaniu wywiadu bezpośredniego. Podmiotem badań byli respondenci zamieszkali na terenie Olsztyna. Zastosowano nieprobabilistyczną technikę doboru próby – dobór kwotowy, ze względu na płeć, wiek i wykształcenie, zgodnie z procedurami opisanymi przez Szredera [16]. Strukturę badanych respondentów przedstawiono w tab. 1. Przeprowadzono 1074 wywiady.

Tabela 1

Struktura badanej populacji respondentów.
Structure of the population of respondents polled.

Charakterystyka Profile	n	[%]
Płeć: / Gender:		
kobieta / female	575	53
mężczyzna / male	499	47
Wykształcenie: / Education:		
podstawowe / primary	217	20
zawodowe / vocational	139	13
średnie / secondary	489	46
wyższe / higher	229	21
Wiek: / Age:		
16-24	250	23
25-34	192	18
35-44	177	16
45-54	214	20
55-65	106	10
66+	135	13

Narzędziem pomiaru był kwestionariusz wywiadu, który składał się z bloku twierdzeń dotyczących:

- wiedzy oraz dostępności informacji na temat występowania chemicznych związków w produktach mięsnych,
- opinii na temat regulacji prawnych, organizacji oraz systemu ich kontroli.

Zaproponowane twierdzenia stanowiły determinanty (składowe) postrzeganego ryzyka związanego z obecnością chemicznych związków w produktach mięsnych

i zostały wybrane na podstawie studiów literaturowych [15, 20] oraz opublikowanych wcześniej wyników badań [8]. Osoby uczestniczące w badaniu poproszono o przyporządkowanie poszczególnym twierdzeniom ocen w siedmiostopniowej skali Likerta.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Wpływ zmiennych związanych z konsumentem (płeć, wiek i wykształcenie) na poszczególne składowe postrzeganego ryzyka określono za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA). Klasyfikacji konsumentów pod względem poszczególnych komponentów postrzegania ryzyka dokonano z wykorzystaniem analizy skupisk. Zastosowano niehierarchiczną metodę grupowania (k – średnich). Różnice w przynależności konsumentów do otrzymanych segmentów weryfikowano testem χ^2 Pearsona.

Wyniki i dyskusja

Wpływ cech demograficznych respondentów na determinanty postrzeganego ryzyka przedstawiono w tab. 2. Wyniki badań wskazują, że wiek istotnie różnicował ($p < 0,05$) konsumentów pod względem składowych ryzyka. Wyjątek stanowiła zmienna „informacje”, która nie różnicowała konsumentów w zależności od wieku ($p > 0,05$), natomiast była istotnie różna ($p < 0,05$) w zależności od wykształcenia respondentów. Stwierdzono również, że wykształcenie badanych wpływało na znajomość zagadnień związanych z efektami działania chemicznych związków w produktach mięsnych oraz możliwością ich kontroli ($p < 0,05$). Odnotowano również, że wiedza oraz obawy związane z niekorzystnymi skutkami działania związków chemicznych różnicowały respondentów ze względu na płeć.

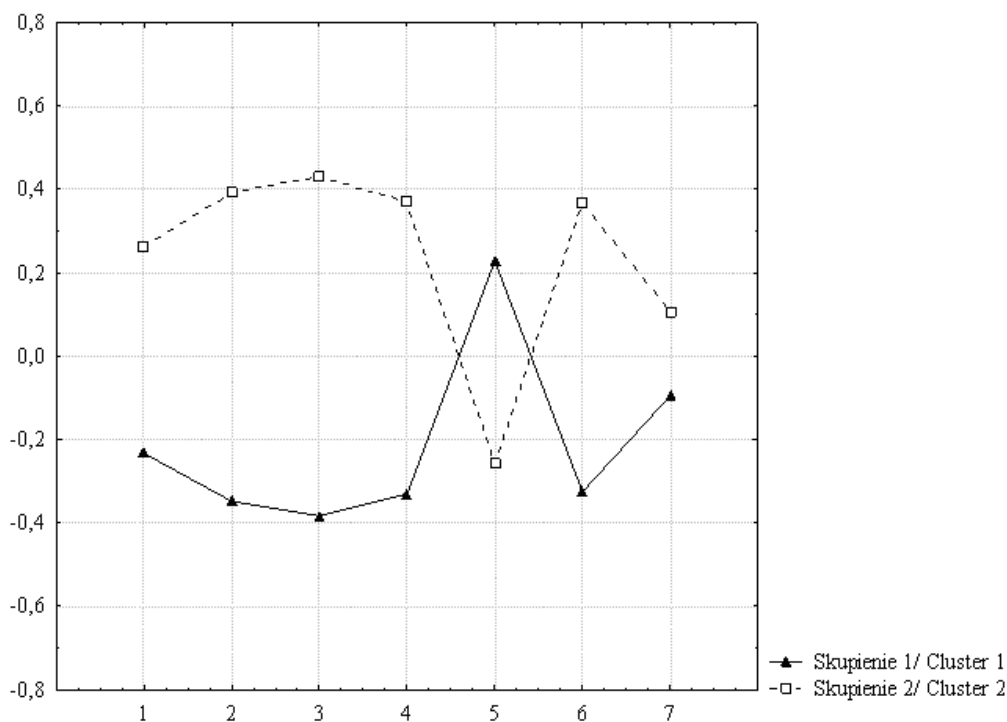
Tabela 2

Wpływ zmiennych demograficznych na determinanty postrzeganego ryzyka.
Impact of demographic variables on determinants of the risk perceived.

Determinanty postrzeganego ryzyka Determinants of the risk perceived	Płeć Gender		Wykształcenie Education		Wiek Age	
	F	p	F	p	F	p
Wiedza / Knowledge	8,62	0,000	2,36	0,070	9,67	0,000
Informacje / Information	1,12	0,290	5,67	0,001	1,78	0,114
Świadomość konsekwencji / Awareness of consequences	0,08	0,779	6,85	0,000	3,23	0,007
Obawy / Fears	7,01	0,008	3,40	0,017	3,70	0,003
Regulacje prawne/ Legislation	0,01	0,908	2,06	0,104	9,17	0,000
Działalność organizacji / Activities run by organizations	1,10	0,294	1,96	0,118	2,31	0,042
Stopień kontroli / Degree of controlling (the risk)	0,02	0,877	7,38	0,000	7,08	0,000

Na rys. 1. zilustrowano wyniki analizy skupisk, które pozwoliły na wyodrębnienie dwóch spójnych, z punktu widzenia determinantów postrzeganego ryzyka, segmentów. Segment pierwszy stanowili respondenci charakteryzujący się mniejszą świadomością odnośnie występowania chemicznych związków w produktach mięsnych oraz oceniający, że regulacje prawne dotyczące tych związków są wystarczająco egzekwowane. Natomiast segment drugi stanowili konsumenci cechujący się większą świadomością z zakresu występowania chemicznych związków w produktach mięsnych oraz uważający, że regulacje prawne dotyczące tych związków nie są wystarczające.

Dane o przynależności konsumentów do poszczególnych skupień przedstawiono w tab. 3. Wykazano, że jedynie wiek był zmienną istotnie różnicującą ($p < 0,05$) konsumentów ze względu na przynależność do badanych segmentów. Skupienie pierwsze, w porównaniu z segmentem drugim, liczniej reprezentowane było przez młodsze, natomiast mniej licznie przez osoby starsze.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

1 - Wiedza / Knowledge; 2 - Informacje / Information; 3 - Świadomość konsekwencji / Awareness of consequences; 4 - Obawy / Fears; 5 - Regulacje prawne / Legislation; 6 - Działalność organizacji / Activities run by organizations; 7 - Stopień kontroli / degree of controlling (the risk).

Rys. 1. Wartości średnie poszczególnych segmentów.

Fig. 1. Average values of individual clusters.

Tabela 3

Przynależność konsumentów do skupienia w zależności od płci, wieku i wykształcenia.

Respondents constituting respective clusters according to gender, age, and level of their educational.

Charakterystyki Profiles	Skupienie 1/Cluster 1			Skupienie 2/Cluster 2			χ^2 Pearsona	P
	n	[%]	[% z całości] [% of the whole]	n	[%]	[% z całości] [% of the whole]		
Płeć: Gender:								
kobieta / female	299	52,09	27,84	275	47,91	25,61	0,31	0,58
mężczyzna / male	269	53,80	25,05	231	46,20	21,51		
Wykształcenie: Education:								
podstawowe / primary	120	55,05	11,17	98	44,95	9,12	3,2	0,36
zawodowe / vocational	65	47,10	6,05	73	52,90	6,80		
średnie / secondary	255	52,15	23,74	234	47,85	21,79		
wyższe / higher	128	55,90	11,92	101	44,10	9,40		
Wiek: / Age:								
16-24	156	62,40	14,53	94	37,60	8,75	55,5	<0,01
25-34	127	66,49	11,82	64	33,51	5,96		
35-44	101	57,06	9,40	76	42,94	7,08		
45-54	94	43,93	8,75	120	56,07	11,17		
55-65	41	38,68	3,82	65	61,32	6,05		
66+	49	36,03	4,56	87	63,97	8,10		

Z prac wielu autorów wynika, że istnieje potrzeba profesjonalnego uświadamiania konsumentów [1, 18, 19] z zakresu zagrożeń związanych z żywnością. Często niewiedza konsumentów jest przyczyną percepcji zagrożeń jako większych, bardziej niebezpiecznych, od tych postrzeganych przez ekspertów z dziedziny bezpieczeństwa.

Wzrost poziomu wiedzy konsumentów mógłby pomóc w zmniejszeniu niepewności dotyczącej produktów mięsnych i zredukować błędy popełnione przez konsumentów, mające odzwierciedlenie w kwestiach ekonomicznych oraz zdrowotnych [7]. Zdaniem Grunerta [6], do osiągnięcia wymiernych efektów potrzebne jest ulepszenie kanału dystrybucji mięsa od producenta do konsumenta, gdyż obok samego produktu musi być miejsce do dystrybucji przekazywanej równolegle informacji. Przekazywanie konsumentom informacji jest cenne z punktu widzenia niepewności w stosunku do produktów mięsnych, co z kolei może zwiększyć świadomość bezpiecznej żywności, z korzyścią zarówno dla konsumentów, jak i producentów.

Informacje podawane przez producentów, naukowców oraz media mają istotny wpływ na to, gdzie konsument lokuje swoje zaufanie. Röhr i wsp. [14] wykazali, że

informacje przekazywane przez organizacje ekologiczne, żywieniowców i lekarzy są postrzegane jako bardziej godne zaufania niż te pochodzące od producentów, mediów czy organów rządowych.

Wnioski

1. W grupie cech demograficznych konsumentów wiek był czynnikiem wpływającym niemal na wszystkie determinanty postrzeganego ryzyka.
2. Wyodrębniono dwa segmenty różnicujące konsumentów ze względu na składowe postrzeganego ryzyka. Segment reprezentowany najliczniej przez osoby w wieku 45 - 54 lata charakteryzował się większą wiedzą, świadomością dotyczącą występowania chemicznych związków w produktach mięsnych oraz obawami dotyczącymi skutków ich działania. W opinii konsumentów należących do tego segmentu, regulacje prawne i stopień kontroli chemicznych związków są niewystarczające.

Praca naukowa finansowana ze środków Ministerstwa nauki i Szkolnictwa wyższego w latach 2008-2009 jako projekt badawczy.

Literatura

- [1] Badrie N., Gobin A., Dookeran S., Duncan R.: Consumer awareness and perception to food safety hazards in Trinidad, West Indies. *Food Control*, 2006, **17**, 370-377.
- [2] Berg L.: Trust in food in the age of mad cow disease: a comparative study of consumers' evaluation of food safety in Belgium, Britain and Norway. *Appetite*, 2004, **42**, 21-32.
- [3] Bernues A., Olaizola A., Corcoran K.: Extrinsic attributes of red meat as indicators of quality in Europe: an application for market segmentation. *Food Qual. Prefer.*, 2003, **14**, 265-276.
- [4] Böcker A., Hanf C.H.: Confidence lost and partially regained: consumer response to food scares. *J. Econ. Behav. Organ.*, 2000, **43**, 471-485.
- [5] Bryhni E.A., Byrne D.V., Rødbotten M., Claudi-Magnussen C., Agerhem H., Johansson M., Lea P., Martens M.: Consumer perceptions of pork in Denmark, Norway and Sweden. *Food Qual. Prefer.*, 2002, **13**, 257-266.
- [6] Grunert K. G.: Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. *Meat Sci.*, 2006, **74**, 149-160.
- [7] Issanchou S.: Consumer expectations and perceptions of meat and meat product quality. *Meat Sci.*, 1996, **43 (S)**, 5-19.
- [8] Jakubowska D., Radzymińska M., Smoczyński S.: Consumer perception of meat safety: attitudes and behavior. "Achieving Commodity & Service Excellence in the Age of Digital Convergence" 16th IGWT Symposium", Suwon 2008, Korea.
- [9] Kubberød E., Ueland Ø., Rødbotten M., Westad F., Risvik E.: Gender specific preferences and attitudes towards meat. *Food Qual. Prefer.*, 2002, **13**, 285-294.
- [10] McCarthy M., O'Reilly S., Cotter L., de Boer M.: Factors influencing consumption of pork and poultry in the Irish market. *Appetite*, 2004, **43**, 19-28.

- [11] Ozimek I., Gutkowska K., Żakowska-Biemans S.: Postrzeganie przez konsumentów ryzyka związanego ze spożywaniem poszczególnych produktów żywnościowych; *Żyw. Czł. Met.*, 2007, **34** (1/2), 294 - 300.
- [12] Rimal A., Fletcher S.M., McWatters K.H., Misra S.K., Deodhar S.: Perception of food safety and changes in food consumption habits: A consumer analysis. *Int. J. Consum. Stud.*, 2001, **25** (1), 43-52.
- [13] Rosati S., Saba A.: The perception of risks associated with food-related hazards and the perceived reliability of sources of information. *International. J. Food Sci. Technol.*, 2004, **39**, 491-500.
- [14] Röhr A., Lüddecke K., Drusch S., Müller M. J., Alvensleben R. V.: Food quality and safety - consumer perception and public health concern. *Food Control*, 2005, **16**, 649-655.
- [15] Sparks P., Shepherd R.: Public perceptions of the potential hazard associated with food production and food consumption: an empirical study. *Risk Anal*, 1994, **14** (5), 799-806
- [16] Szreder M., *Metody i techniki sondażowych badań opinii*. PWE, Warszawa 2004.
- [17] Ventura-Lucas M.R.: Consumer Perceptions and Attitudes towards Food Safety in Portugal. 84th EAAE „Seminar Food Safety in a Dynamic World” Zeist, Holandia, 8-11 luty 2004. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/123456789/10628/1/>, cyt dn. 20.06.2009 r
- [18] Verbeke W.: Beliefs, attitude and behaviour towards fresh meat revisited after the Belgian dioxin crisis. *Food Qual. Prefer.*, 2001, **12**, 489-498.
- [19] Wilcock A., Pun M., Khanona J., Aung M.: Consumer attitudes, knowledge and behaviour: a review of food safety issues. *Trends Food Sci. Tech.*, 2004, **15**, 56-66.
- [20] Yeung R.M.W., Morris J: An empirical study of the impact of consumer perceived risk on purchase likelihood: a modelling approach. *Int. J. Consum. Stud.*, 2006, **30** (3), 294-305.


ESTABLISHING DETERMINANTS IMPACTING RISK PERCEPTION IN REFERENCE TO THE SAFETY OF MEAT AND MEAT PRODUCTS

S u m m a r y

In this study, an attempt was made to determine the relationship between demographic features of consumers and determinants of risk perceived in connection with chemical hazards to meat products.

The research was carried out based on a representative group of inhabitants of Olsztyn, and using a technique of quota sample.

It was found that from among the demographic variables, the age was a factor to differentiate components of the risk perceived. Two groups of consumers were selected; they varied in knowledge, awareness, fears of chemical compounds to occur in meat products, and in opinions about controlling them.

Key words: risk perception, consumer, meat and meat products 

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz w Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 31 stycznia 2010 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 8 stycznia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie znakowania żywności wartością odżywczą (Dz. U. 2010 r. Nr 9, poz. 63).
Załącznik do rozporządzenia zawiera wykaz witamin i składników mineralnych, których zawartość można podawać w informacji dotyczącej wartości odżywczej środka spożywczego oraz ich zalecane dzienne spożycie ustalone do celów znakowania żywności.
Żywność, która nie spełnia wymagań określonych w rozporządzeniu może być wprowadzana do obrotu na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej i pozostawać w obrocie do dnia 31 października 2012 r., jednak nie dłużej niż do upływu daty minimalnej trwałości lub terminu przydatności do spożycia.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (UE) NR 41/2010 z dn. 18 stycznia 2010 r. w sprawie skorygowania polskiej wersji rozporządzenia (WE) nr 546/2003 w sprawie niektórych notyfikacji dotyczących stosowania rozporządzeń Rady (EWG) nr 2771/75, (EWG) nr 2777/75 i (EWG) nr 2783/75 w sektorze jaj i mięsa drobiowego (Dz. Urz. UE L 2010 r. Nr 12, s. 1).
Zmiana dotyczy ustalania cen jaj od kur utrzymywanych w systemie ściółkowym ☒

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR

WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOSCI

Prezentujemy 41. część haseł *Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności*. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w *Żywności* nr 3 (28), 2001.

ACETOGENEZA / ACETOGENESIS – proces powstawania kwasu octowego i ewentualnie octanu jako jednego z wielu lub głównego produktu metabolizmu drobnoustrojów, uzyskiwanych z węglowodanów w procesach fermentacji

BIĄŁKA SEKRECYJNE / SECRETION PROTEINS – białka przeznaczone do wydzielania poza obręb komórki ją syntetyzującej. U *Eucaryota* białka syntetyzowane na rybosomach związanych z retikulum endoplazmatycznym przenoszone przez pęcherzyki transportujące do błony komórkowej i po fuzji błon wydzielane na zewnątrz komórki. Do białek sekrecyjnych należą m.in. białka macierzy zewnątrzkomórkowej, białka transportowe, hormony peptydowe, czynniki wzrostu, cytokiny i wiele enzymów (np. enzymy przewodu pokarmowego: pepsyna, tripsyna i inne)

BIOLISTYKA / BIOLISTICS – technika transformacji polegająca na wykorzystaniu zasad balistyki w celu wprowadzenia obcego materiału genetycznego do eksplantatu lub ustroju biorcy

RESTRYKTAZA / RESTRICTASE – enzym restrykcyjny (endonukleaza rozpoznająca specyficzną sekwencję nukleotydową w dwuniciowym DNA katalizująca hydrolizę wybranych wiązań fosfodiesterowych

SAPONIFIKACJA / SAPONIFICATION – proces hydrolizy niektórych lipidów w środowisku zasadowym, w wyniku którego powstają sole wyższych kwasów tłuszczowych – mydła. Reakcji saponifikacji (zmydlania) łatwo ulegają lipidy, w których kwasy tłuszczowe są związane estrowo – glicerolipidy (acyloglicerole, niektóre glikolipidy i fosfolipidy) i woski, natomiast znacznie trudniej sfingolipidy, w których kwasy tłuszczowe są przyłączone wiązaniem amidowym.

TROPOKOLAGEN / TROPOCOLLAGEN – jest podstawową jednostką strukturalną kolagenu. Cząsteczka złożona z trzech łańcuchów polipeptydowych, zwanych podjednostkami α . Mogą one być jednakowe (α_1)₃ bądź różne (α_1)₂ α_2 lub (α_1 α_2 α_3), zależnie od typu kolagenu. Końcowe fragmenty łańcuchów α , zwane telopeptydami, mają odmienny skład aminokwasowy. Nie są one objęte strukturą potrójnej helisy

WITELINA / VITELLIN – gatunkowo specyficzne białko wchodzące w skład żółtka

WODA METABOLICZNA / METABOLIC WATER – woda powstająca w procesach katabolicznych z połączenia atomów wodoru, pochodzących z utlenianego związku, z tlenem atmosferycznym ☒

NOWE KSIĄŻKI

Biologicznie aktywne peptydy i białka żywności

Praca zbiorowa pod red.: Dziuba J., Fornal Ł.

Wydawnictwo: WNT, Warszawa 2009, ISBN: 978-83-204-3582-5, stron 480, cena 75,65 zł.

Zamówienia: www.komputeks.pl

Podstawowym kryterium oceny wartości odżywczej białek jest zawartość oraz przyswajalność aminokwasów egzogennych dla człowieka. Dodatkowym kryterium oceny białek jest możliwość uwalniania biologicznie aktywnych peptydów podczas enzymatycznej hydrolizy białek. Biologicznie aktywne peptydy, po uwolnieniu przez enzymy proteolityczne mogą regulować różne funkcje organizmu.

Książka stanowi kompendium wiedzy z zakresu molekularnych i biologicznych właściwości białek i peptydów, które decydują o ich najbardziej istotnym żywieniowym, profilaktycznym i terapeutycznym znaczeniu. Opracowanie to przedstawia interdyscyplinarne podejście do zagadnień białek i peptydów występujących w żywności. Problematyka ta została zaprezentowana w ujęciu wieloaspektowym, uwzględniając wiedzę z zakresu biologii, biochemii, immunologii, fizjologii, chemii żywności i dietetyki. Podręcznik przeznaczony jest dla studentów nauk przyrodniczych i medycznych, szczególnie takich kierunków, jak: technologia żywności i żywienia człowieka, dietetyka, biotechnologia, biologia, farmacja, towaroznawstwo.

Chemical and Biological Properties of Food Allergens

[Chemiczne i biologiczne właściwości alergenów żywności]

Jędrychowski L., Wichers H.J. (edit.)

Wydawnictwo: CRC Press, Taylor&Francis Group 2010, ISBN 978-1-4200-5855-0, stron 447, cena 159,95 USD

Zamówienia: www.crcpress.com

Jednym z najczęściej występujących rodzajów uczuleń jest alergia pokarmowa, czyli reakcja uczuleniowa na spożyty pokarm. Alergia może wystąpić w różnym wieku. Reakcje alergiczne na żywność mogą upośledzać funkcjonowanie organizmu i doty-

czyć każdej partii ciała. Autorzy podają, że w USA liczba ostrych alergii pokarmowych w ciągu roku sięga ok. 30 000 przypadków (leczenie ambulatoryjne) oraz jest przyczyną ok. 150 ofiar śmiertelnych.

W książce dokonano przeglądu najczęstszych przyczyn pojawiających się reakcji alergicznych oraz zaproponowano sposoby obniżenia alergennych i immunoreaktywnych właściwości żywności. Praca zawiera wszechstronną analizę ryzyka danego alergenu występującego w żywności poprzez uwzględnienie jego chemicznych, analitycznych, technologicznych i medycznych aspektów. Autorzy książki podjęli również problem krzyżowego zanieczyszczenia podczas przetwarzania żywności. Ponadto wyjaśnili podstawowe mechanizmy ludzkich reakcji alergicznych, molekularne podłoże tych mechanizmów oraz problemów tolerancji i nietolerancji pożywienia. Dyskusji zostały również poddane zagadnienia dotyczące leczenia alergii pokarmowych. Uwzględniono w nich zwłaszcza wąskie grupy ludzi, u których najczęściej występują objawy alergii. Mając na uwadze najważniejsze alergeny rozpoznane w USA i UE w książce podjęto próbę wyjaśnienia technologicznych i biotechnologicznych sposobów obniżenia immunoreaktywnych i alergicznych właściwości żywności. Na potrzeby zarówno producentów, jak i biochemików, w książce w sposób zwięzły poddano ocenie bieżącą literaturę przedmiotu.

Food Policy. Integrating Health, Environment and Society

[Polityka żywnościowa. Integracja zdrowia, środowiska i społeczeństwa]

Lang T., Barling D., Caraher M.

Wydawnictwo: Oxford University Press 2009, ISBN 978-0-19-856788-2, stron 307, cena 22,29 £

Zamówienia: www.amazon.com

Przez ponad pół wieku polityka żywnościowa wyznaczała kierunek rozwoju, bazując na przekonaniach, że właściwe połączenie inwestycji, nauki i ludzkich umiejętności spowoduje wzrost zdolności produkcyjnych. Założono, że wzrost produkcji żywności doprowadzi do rozwiązania problemów zdrowotnych ludzkości, wynikających głównie ze sposobu żywienia. Ponadto przyczyni się do zwiększenia satysfakcji poprzez obniżkę cen, wzrost dostępności żywności oraz możliwość wyżywienia dużej liczby ludzi. W XXI w. polityka ta w coraz większym stopniu przestaje być aktualna. Pojawiły się inne problemy, jak otyłość, ale również głód (zwłaszcza w krajach trzeciego świata), zmiana klimatu, kryzys paliwowy, energetyczny, problemy z dostępem do czystej wody, wzrost populacji i in.

Książka w sposób wszechstronny przedstawia problematykę dotyczącą nowoczesnej polityki żywnościowej. W opracowaniu podkreślono, że w celu zapewnienia efektyw-

nej polityki powinna być ona nierozzerwalnie powiązana z ochroną zdrowia publicznego, degradacją środowiska oraz nierównościami społecznymi. Autorzy podjęli próbę wyjaśnienia terminu „polityka żywnościowa”. Dokonali też wszechstronnego przeglądu obecnej i przeszłej polityki żywnościowej. Przedstawili propozycję, którą określili jako tzw. „ekologiczne podejście zdrowia publicznego do polityki żywnościowej” uznając, że jest to jeden z koniecznych wymogów XXI w.

Safety of Meat and Processed Meat (Food Microbiology and Food Safety)

[Bezpieczeństwo mięsa i przetworów mięsnych (Mikrobiologia żywności i bezpieczeństwo żywności)]

Toldrai F.,

Wydawnictwo: Springer 2009, ISBN 978-0387890258, stron 687, cena 149,00 USD

Zamówienia: www.amazon.com

Książka zapoznaje czytelnika z osiągnięciami naukowymi z zakresu bezpieczeństwa mięsa i jego przetworów od momentu chowu zwierząt, poprzez cały łańcuch produkcyjny do końcowego produktu. Książka składa się z pięciu rozdziałów. W pierwszym uwagę poświęcono biologicznym zanieczyszczeniom występującym w mięsie i jego przetworach tj. mikroorganizmom patogennym w szczególności *E. coli*, *L. monocytogenes*, toksynom i aminom biogennym. W drugim rozdziale autor podejmuje zagadnienie dekontaminacji mięsa, w tym odnosi się do najnowszych rozwiązań w zakresie aktywnych opakowań i bioochronnych kultur przedłużających trwałość produktów. W trzecim rozdziale opisuje chemiczne zanieczyszczenia i pozostałości występujące w mięsie i produktach mięsnych tj. nitrozoaminy, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, leki weterynaryjne i in. W czwartym rozdziale poddano dyskusji obecnie stosowaną metodologię wykrywania mikroorganizmów, ich toksyn, leków weterynaryjnych, zanieczyszczeń środowiska oraz GMO. W ostatnim rozdziale autor poświęcił uwagę modelom predykcyjnym, ocenie ryzyka, regulacjom prawnym z zakresu bezpieczeństwa mięsa i preferencjom konsumenckim.

Microbiologically Safe Foods

[Mikrobiologiczne bezpieczeństwo żywności]

Garcia J.S. (author), Heredia N.L. (edit.), Wesley I.V. (edit.)

Wydawnictwo: Wiley 2009, ISBN 978-0470053331, stron 667, cena 114,26 USD

Zamówienia: www.amazon.com

Żywność jest źródłem składników odżywczych, ale stanowi również doskonałe środowisko do rozwoju wielu mikroorganizmów. Jednym z kryteriów oceny bezpieczeństwa żywności jest obecność w niej m.in. zanieczyszczeń mikrobiologicznych. Źródłem zagrożeń mikrobiologicznych żywności mogą być: bakterie, wirusy, drożdże i pleśnie. W książce omówiono zagrożenia mikrobiologiczne i ich konsekwencje zdrowotne. Autorzy dokonali przeglądu procesów produkcyjnych różnych typów żywności, wskazując na potencjalne źródła chorób dietozależnych. W pracy omówiono tematykę rosnącego rynku produktów wysoko przetworzonych, innowacyjnego pakowania żywności i technologii redukujących zanieczyszczenia i przedłużających trwałość produkowanej żywności. Przedstawiono w niej również zagadnienia dotyczące m.in.: odpadków produkcyjnych, źródeł zanieczyszczeń żywności, czynników wpływających na wzrost i rozwój drobnoustrojów, standardów mikrobiologicznych do oceny końcowego produktu, metod pozwalających na utrzymanie wysokiej jakości produktów i redukujących do minimum szkodliwe drobnoustroje, konwencjonalnych i molekularnych metod mikrobiologicznych oraz prawnych aspektów nadzoru regulacyjnego. Inne ważne tematy jakie zostały poruszone w książce dotyczą m.in. bezpieczeństwa genetycznie zmodyfikowanej żywności (GMO), mikrobiologii prognostycznej, dobrej praktyki rolniczej i dobrej praktyki produkcyjnej, ptasiej grypy i bioterroryzmu.

Opracował: *Anna Gręda*

**PROF. DR HAB. WŁODZIMIERZ BEDNARSKI
DOKTOREM HONORIS CAUSA
UNIwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu**



Profesor doktor habilitowany Włodzimierz Bednarski urodził się 16 marca 1943 roku w Gniewkowie. Studia na Wydziale Technologii Mleczarstwa i Żywności Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie ukończył w 1966 roku. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 1972 roku, doktora habilitowanego w 1980 roku, a tytuł profesora w 1987 roku. Od 2007 roku jest członkiem-korespondentem Polskiej Akademii Nauk.

Zainteresowania naukowe Profesora związane są z technologią i biotechnologią żywności. Dotyczą wykorzystania mikroorganizmów w produkcji żywności, względnie jej komponentów, wytwarzania i stosowania preparatów enzymatycznych, mikrobiologicznego przekształcania składników przeciwżywnościowych i trudno przyswajalnych w żywności. W Jego dorobku znajdują się również liczne prace nad wykorzystaniem produktów ubocznych przemysłu spożywczego i wprowadzaniem technologii bezodpadowych.

Na szczególne wyróżnienie zasługują te osiągnięcia profesora Bednarskiego, które są ważne nie tylko ze względów poznawczych, ale również gospodarczych i społecznych. Należy do nich opracowanie mikrobiologicznego sposobu otrzymywania enzymu β -galaktozydazy i stosowanie go w formie immobilizowanej w produkcji mleka i jogurtów o obniżonej zawartości laktozy. Dzięki temu znacząca część społeczeństwa cierpiąca na nietolerancję laktozową może uzupełniać swoją dietę w nieodzowne przetwory mleczarskie. Preparat β -galaktozydazy wykorzystywany jest również

w procesach transgalaktozydacji, co powoduje wzbogacenie produktów mleczarskich w prozdrowotne galaktooligosacharydy.

Spośród wielu innych osiągnięć wyróżnić można opracowanie bezodpadowej technologii przetwórstwa mleka na sery, obejmującej kompleksowe zagospodarowanie białek kazeinowych i serwatkowych oraz kompleksu soli mineralnych i laktozy. Efektem tej technologii jest nie tylko wyższa o kilkanaście procent wydajność produkcji serowarskiej, lecz również zmniejszenie obciążenia środowiska przez kosztowną w utylizacji serwatkę.

Bardzo ważne pod względem poznawczym i praktycznym są badania nad szlakami metabolicznymi bakterii fermentacji mlekowej, a w szczególności nad tworzeniem związków dikarbonylowych, decydujących o cechach sensorycznych serów i mlecznych napojów fermentowanych, badania nad biosyntezą kwasu linolowego czy uzyskiwanie wysokobiałkowych i wysokotłuszczowych komponentów pasz poprzez hodowlę wyselekcjonowanych szczepów drożdży na produktach odpadowych przemysłu spożywczego.

Dorobek naukowy Profesora Bednarskiego obejmuje ponad 400 pozycji, z czego 141 to oryginalne prace twórcze opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych krajowych i zagranicznych, 66 to prace przeglądowe i popularyzatorskie, 106 to referaty na krajowych i międzynarodowych kongresach naukowych. Profesor jest autorem lub współautorem 23 patentów, 26 dokumentacji techniczno-technologicznych i 19 technologii stosowanych w przemyśle.

Profesor Bednarski z powodzeniem łączy działalność naukową z działalnością dydaktyczną. Jest jednym z pionierów kształcenia w zakresie biotechnologii żywności w Polsce. Z Jego inicjatywy i pod Jego redakcją ukazał się w 1993 roku jeden z pierwszych podręczników z biotechnologii „Biotechnologia żywności. Zagadnienia wybrane”, którego poszerzone i uzupełnione wydania ukazały się w roku 2000 i 2003. Jest współautorem i redaktorem podręczników: „Enzymatyczna modyfikacja składników żywności” wydanego w 2005 roku i „Podstawy biotechnologii przemysłowych” wydanego w 2007 roku.

Zasługi Profesora Bednarskiego dla biotechnologii podkreśla w swojej recenzji pani profesor Zdzisława Libudzisz pisząc: „Ważnym argumentem nadania profesorowi Włodzimierzowi Bednarskiemu tytułu doktora honoris causa jest Jego aktywna działalność wspierająca rozwój nauki w zakresie biotechnologii, nie tylko w Jego macierzystej Uczelni, lecz również w wielu innych, w których ta dziedzina jest uprawiana. Był recenzentem w aż 144 postępowaniach o tytuł lub stopień naukowy z zakresu technologii i biotechnologii żywności. Trudno więc znaleźć jednostkę, w której rozwój kadry naukowej odbywałby się bez udziału profesora Bednarskiego”.

Pan profesor Bednarski przyczynił się do powstania i dynamicznego rozwoju kierunku biotechnologia na Wydziale Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we

Wrocławiu. Kierunek ten, istniejący już 10 lat, jest jednym z najnowocześniejszych, przyszłościowych i najbardziej popularnych kierunków UP.

Imponująca jest działalność organizacyjna profesora. Był On m.in. prodziekanem i dziekanem Wydziału Technologii Żywności, prorektorem ds. dydaktyczno-wychowawczych Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, wiceprzewodniczącym Komitetu Chemii i Technologii Żywności PAN, organizatorem pierwszych kongresów biotechnologicznych w Polsce. Aktualnie Profesor Bednarski jest przewodniczącym Komitetu Nauk o Żywności Polskiej Akademii Nauk, przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie, członkiem Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów oraz rad programowych czasopism: „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość”, „Przemysł Spożywczy”, EJPAU seria Biotechnologia i Polish Journal of Food and Nutrition Science.

Profesor Bednarski został odznaczony m.in. Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Złotym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, Medalem „Zasłużony dla Wydziału Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Nagrodą Państwową II stopnia i 6 nagrodami Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Pan profesor Zdzisław Targoński w swojej recenzji napisał: „Godność doktora honoris causa nadawana jest osobom wybitnym, twórczym o szerokich horyzontach, którzy odcisnęli piętno na współczesnej nauce, sztuce lub innych dziedzinach życia społecznego i gospodarczego. Ważne są również cechy osobowości Kandydata, jego postawa moralna, umiejętności podejmowania odważnych, ale mądrych decyzji”. Profesor Bednarski spełnia te kryteria, a przysłużył się nauce polskiej potrójnie: jako uczony, jako nauczyciel akademicki oraz jako organizator nauki.

Prof. dr hab. Antoni Golachowski

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 20 Nr 1

marzec 2010

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Zarząd Główny

W dniu 11 lutego br. odbyło się posiedzenie Zarządu Głównego PTTŻ, na którym ukonstytuował się skład ZG. Wiceprzewodniczącymi zostali: prof. Janusz Czapski i prof. Krzysztof Krygier, sekretarzem – dr inż. Stanisław Kalisz, skarbnikiem – dr inż. Małgorzata Wroniak, zastępcą sekretarza – prof. Grażyna Jaworska, a zastępcą skarbnika – prof. Tadeusz Sikora.

ZG przyjął sprawozdania merytoryczne i finansowe za rok 2009 oraz omówił działalność Towarzystwa w 2010 r.

Oddział Warszawski

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

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE KONFERENCJE NAUKOWE W 2010 r.

Kwiecień

11 - 13 ZAKOPANE = Seminarium nt.: „Doskonalenie systemu zarządzania bezpieczeństwem żywności - 2”. Organizator: Klub POLSKIE FORUM ISO 9000.
Kontakt: Biuro Zarządzania Jakością, Środowiskiem i BHP, ul. Kasprzaka 25, 01-224 Warszawa
Tel.: 22/691 81 91; 691 81 92; e-mail: biuro@bzj.pl

15 - 16 KIRY k. ZAKOPANEGO = Sympozjum Naukowe nt. „Probiotyki w żywności”
Organizatorzy: Zarząd Główny PTTŻ, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW, Kate-

dra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
Kontakt: dr inż. Dorota Zielińska
e-mail: dorota_zielinska@sggw.pl

Maj

- 10 - 13 SZKLARSKA POREBA = VI Konferencja Naukowa z cyklu „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie” nt.: „Ziemniak jako czynnik środowiska rolniczego i surowiec żywnościowy”**
Organizator: Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Kontakt: dr inż. Ewa Zdybel
Tel. 071 320 10 02; fax. 071 320 52 21
e-mail: ziemniak@wnoz.up.wroc.pl

- 13 Warszawa = Sympozjum Naukowo-Techniczne nt.: „Postęp w technologii mięsa. Nauka – praktyce 2010”**
Organizatorzy: Zarząd Główny SITSpoż.; Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego Oddział Technologii Mięsa i Tłuszczu; Fundacja na Rzecz Rozwoju i Postępu w Polskim Przemysle Mięsnym.
Kontakt: dr Halina Makala
Tel.: 22/509 70 26
e-mail: halina.makala@ipmt.waw.pl

- 20 - 21 WROCŁAW = XV Sesja Naukowa SMKN PTTŻ nt.: „Jakość i prozdrowotne cechy żywności”**
Organizatorzy: Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Wydział Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Oddział Wrocławski PTTŻ.
Kontakt: dr inż. Radosław Spychaj (tel. 071 320 54 23)
e-mail: smkn@wnoz.up.wroc.pl; www.wnoz.up.wroc.pl/smkn

Czerwiec

- 9 - 11 WARSZAWA = II Sympozjum Inżynierii Żywności**
Organizatorzy: Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW, Komisja Technologii i Biotechnologii KNoŻ PAN oraz Oddział Warszawski PTTŻ I Oddział Warszawski Polskiego Towarzystwa Agrofizycznego
Kontakt: kizopsiz@sggw.pl
- 10 - 11 SOPOT-GDAŃSK = II Konferencja Naukowo-Techniczna nt.: „Jakość, bezpieczeństwo, ekologia w sektorze rolno-spożywczym. Kierunki rozwoju”**
Organizatorzy: Zakład Zarządzania Jakością i Środowiskiem, Wydział Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego
Kontakt: dr inż. Ewa Malinowska, e-mail: mal@wzr.ug.edu.pl;
Maria Tysarczyk, e-mail: zzjs@wzr.ug.edu.pl

- 21 - 25 KRAKÓW = XVIII INTERNATIONAL STARCH CONVENTION CRACOW-MOSCOW**
Organizatorzy: University of Agriculture, Cracow, Polish Food Technologists' Society - Małopolska Branch, Russian Academy of Sciences, Institute of Biochemical Physics, Division of Storage and Processing of Farming Stuff of Russian, Academy of Agricultural Sciences, All - Russia Institute of Starch Products Association of Russian, Starch and Glucose Manufactures.
Kontakt: dr inż. Rafał Ziobro
www.starch_conference@ar.krakow.pl
- 23 - 24 POZNAŃ = IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu „Mięso w przetwórstwie i żywieniu człowieka” nt.: „Uwarunkowania produkcji mięsa i przetworów mięsnych w świetle przesłań tradycji i współczesnych oczekiwań”.**
Organizatorzy: Instytut Technologii Mięsa UP w Poznaniu, Oddział Wielkopolski PTTŻ i IUFoST.
Kontakt: www.up.poznan.pl/meat2010

Lipiec

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

Sierpień

- 22 - 26** The 15th IUFoST World Congress of Food Science and Technology, "Food Science Solutions in an Evolving World " will be held in Cape Town, South Africa.
Kontakt: www.iufost2010.org.za/

Wrzesień

- 5 - 8** Fourth European Conference on Sensory and Consumer Research: “A Sense of Quality”. Organizer: University of Basque Coutry, Palazio Europa, Vitoria-Gasteiz, Spain.
Kontakt: e-mail: eurosense@elsevier.com
- 20 - 22 POZNAŃ = ExTech 2010 – The 12th International Symposium on Advances in Extraction Technologies**
Organizator: Zakład Koncentratów Spożywczych UP w Poznaniu
Kontakt: tel: (61) 848 72 75 fax: (61) 848 73 14
e-mail: zks@up.poznan.pl
www.extech2010.org

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNÓŚCI

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

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

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

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

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

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

Przy Oddziale Wrocławskim: **REGIS Wieliczka.**

Materiał zawarty w Nr 1 (68)/2010 Biuletynu podano według stanu informacji do 1 lutego 2010 r. Materiały do Nr 21(69) /2010 prosimy nadsyłać do 1 kwietnia 2010 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKAT

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

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

PREZES / ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska Prezes PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 843 87 11 e-mail: danuta_kolozyn_krajewska@sggw.pl
Dr inż. Stanisław Kalisz Sekretarz PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: stanislaw_kalisz@sggw.pl
Dr hab. Maria Śmiechowska, prof. AM Oddział Gdański	AM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 058 690 15 62; e-mail: smiemari@am.gdynia.pl
Dr inż. Joanna Stadnik Oddział Lubelski	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN Tel.: 081 462 33 41; e-mail: joanna.stadnik@up.lublin.pl
Prof. dr hab. Lucjan Krala Oddział Łódzki	PL, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 042 631 34 54 (66); e-mail: lucjan.krala@p.lodz.pl
Dr hab. inż. Grażyna Jaworska, prof. UR Oddział Małopolski	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel. 012 662 47 54; e-mail: rrgjawor@cyf-kr.edu.pl
Dr hab. Katarzyna Majewska, prof. UWM Oddział Olsztyński	UWM, ul. Słoneczna 44A, 10-718 OLSZTYN Tel.: 089 523 41 70; e-mail: kasia@uwm.edu.pl
Dr inż. Arkadiusz Żych Oddział Szczeciński	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 3, 71-550 SZCZECIN Tel.: 091 449 66 00 wew. 6583; e-mail: arkadiusz.zych@zut.edu.pl
Dr inż. Dorota Nowak Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 593 75 62; e-mail: dorota_nowak@sggw.pl
Dr hab. Grażyna Lewandowicz, prof. UP Oddział Wielkopolski	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 846 60 03, e-mail: prezes.ow.pttz@gmail.com
Dr hab. inż. Agnieszka Kita Oddział Wrocławski	UP, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 50 38; e-mail: agnieszka.kita@wnoz.up.wroc.pl
SEKCJE	
Doc. dr hab. Renata Jędrzejczak Analizy i Oceny Żywności	IBPRS, ul. Rakowiecka 36, 02-532 WARSZAWA Tel. 022 849 02 24; 0606 38 76; Fax: 022 849 04 26
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	WSliZ, ul. Rakowiecka 32, 02-532 WARSZAWA Tel.: 022 646 20 60; e-mail: krajewski@wsiiz.pl
Prof. dr hab. Edward Pospiech Technologii Mięsa	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60; e-mail: pospiech@up.poznan.pl
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier Chemii i Technologii Tłuszczów	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 847 58 17; E-mail: krzysztof_krygier@sggw.pl
Prof. dr hab. Waław Leszczyński Technologii Węglowodanów	UP, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 21; Fax: 071 320 52 73
Prof. dr hab. Janusz Czapski Technologii Prod. Poch. Roślinnego	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 72; e-mail: czapski@up.poznan.pl
Dr inż. Katarzyna Marciniak-Łukasiak Młodej Kadry Naukowej	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: katarzyna_marciniak_lukasiak@sggw.pl