



# ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

---

# FOOD

Science Technology Quality

Nr 5 (108)

Kraków 2016

Rok 23

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

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

**Redaktor językowy (język polski):** dr Anna Piechnik

**Native speaker:** Stanley Holt (Bolton, UK)

**Redaktor statystyczny:** dr hab. Mariusz Witczak

**Stali współpracownicy:** dr Grażyna Morkis (Kraków)

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

**WYDAWCA:** POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOCI WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą czasopisma był Oddział Małopolski PTTŻ

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

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

**e-ISSN 2451-0777      ISSN 2451-0769**

Czasopismo w postaci elektronicznej jest wersją główną (pierwotną)

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

Projekt okładki: Jolanta Czarnecka

Zdjęcie na okładce: mikelaptev-Fotolia.com

---

**SKŁAD I DRUK:**



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

Tel. 608 024 572

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

# ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy PTTŻ – dwumiesięcznik

Nr 5 (108)

Kraków 2016

Rok 23

## SPIS TREŚCI

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

*Zamieszczone artykuły są recenzowane*

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

# FOOD. Science. Technology. Quality

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

No 5 (108)

Kraków 2016

Vol. 23

## CONTENTS

From the Editor.....	3
Contemporary Terms: Prof. dr hab. inż. Mieczysław Pałasiński, Dr H.C. 1924 – 2016.....	5
ALEKSANDRA SADOWSKA, ANNA DIOWKSZ: Properties of transglutaminase and its role in bakery industry.....	9
KATARZYNA KAJAK-SIEMASZKO, KINGA BORUSZEWSKA, WIESŁAW PRZYBYLSKI: Genetic modifications of food derived from animals.....	18
MAREK ADAMSKI, JOANNA KUCHARSKA-GACA, JOANNA KUŹNIACKA, EMILIA KOWALSKA, RAFAŁ CZARNECKI: Effect of selected factors on slaughter yield and quality of goose meat.....	33
KRZYSZTOF KARPIESIUŁ, JANUSZ FALKOWSKI, BERNARD RAUBO, WOJCIECH KOZERA, DOROTA BUGNACKA: Effect of rearing system and feeding method of fatteners on their slaughter value and meat quality.....	45
MONIKA WEREŃSKA-SUDNIK, IWONA CHEŁMECKA, JANINA WOŁOSZYN, ANDRZEJ OKRUSZEK, GABRIELA HARAF, AGNIESZKA ORKUSZ: Effect of green tea powder added on quality of offal products stored under refrigeration.....	60
MAGDALENA A. OLSZEWSKA, ALEKSANDRA M. KOCOT, IWONA MOTUK, ŁUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM: Fluorescent staining method with use of LIVE/DEAD BacLight™ kit in studies on physiological state of <i>Lactobacillus</i> spp. ....	72
ALEKSANDRA SZYDŁOWSKA, DANUTA KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA: Effect of oligofructose as additive on selected distinguishing features of quality of probiotic fruit-tea sorbets.....	82
ANNA KONONIUK, ALEKSANDRA BOCIAN, MAŁGORZATA KARWOWSKA, TADEUSZ DRZAZGA: Species-specific protein markers as potential molecular tool for authenticity control of spelt products.....	95
MONIKA CIUBA, KINGA DZIADEK, EWELINA KUKIEŁKA, JAROSŁAW OCZKOWICZ, EWA PIĄTKOWSKA, TERESA LESZCZYŃSKA, ANETA KOPEĆ: Comparing basic chemical composition and contents of bioactive components in selected cultivars of garlic.....	107
EWA ŚNIEŻEK, MAGDALENA SZUMSKA, BEATA JANOSZKA: Assessing antioxidative properties of selected plant-based products in terms of their usability as additives to thermally treated high protein food.....	116
ROBERT SOCHA, CELINA HABRYKA, LESŁAW JUSZCZAK: Effect of propolis as additive on content of selected phenolic compounds and antioxidant activity of honey.....	127
SEBASTIAN BIAŁOSKURSKI: Consumers' perception of selected criteria of food product innovation.....	140
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation.....	154
LESŁAW JUSZCZAK: Book reviews.....	157
DOROTA NAJGEBAUER-LEJKO: "Food and innovations" 12 <sup>th</sup> Scientific Conference of the "Food of the 21 <sup>st</sup> century" series.....	159
<b>The Food Technologist.....</b>	<b>165</b>

*Only reviewed papers are published*

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

## OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

przekazujemy Państwu nr 5 (108) czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, w którym zostały zamieszczone artykuły naukowe o zróżnicowanej tematyce, prezentujące wyniki badań z krajowych ośrodków zajmujących się szeroko pojętą nauką o żywności. Zapraszamy również do lektury stałych działów, w których zamieściliśmy m.in. informacje o terminach i tematyce naukowych konferencji krajowych oraz międzynarodowych w roku 2017.

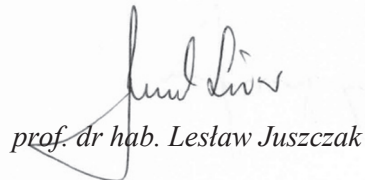
W związku z reorganizacją Wydawnictwa Naukowego PTTŻ oraz przejściem na emeryturę Pani dr Ewy Ślawnickiej – wieloletniego sekretarza redakcji, pragniemy tą drogą złożyć serdeczne wyrazy podziękowania za ogromne zaangażowanie, profesjonalizm oraz organizację pracy redakcji. Dziękując za owocną współpracę, życzymy Pani Redaktor dużo zdrowia i wszelkiej pomyślności.

Również w tym numerze przedstawiamy sylwetkę śp. Prof. dr hab. dr h.c. Mieczysława Pałasińskiego, organizatora Małopolskiego Oddziału PTTŻ oraz wieloletniego redaktora działowego naszego czasopisma.

Zapraszamy Państwa także do odwiedzenia strony internetowej Wydawnictwa pod adresem: <http://wydawnictwo.pttz.org>. Równocześnie pragniemy Państwa poinformować, że zmianie ulega adres e-mailowy redakcji. W związku z tym korespondencję prosimy kierować na nowy adres: [redakcja@pttz.org](mailto:redakcja@pttz.org)

Kraków, październik 2016 r.

Redaktor Naczelny



*prof. dr hab. Lesław Juszcak*

**Komitet Nauk o Żywności  
Polskiej Akademii Nauk**



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



UNIwersytet  
PRZYRODNICZY  
WE WROCLAWIU



**Polskie Towarzystwo Technologów Żywności**



zapraszają na

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

**Adres Komitetu Organizacyjnego**

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

## Z ŻAŁOBNEJ KARTY

### PROF. DR HAB. INŻ. MIECZYSLAW PAŁASIŃSKI, DR H.C. 1924 – 2016



Dnia 22 września 2016 r. na cmentarzu Rakowickim w Krakowie społeczność akademicka Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie pożegnała nieodżałowanej pamięci Profesora – wybitnego naukowca, wspaniałego dydaktyka, prawego i szlachetnego wychowawcę wielu pokoleń studentów i współpracowników, życzliwego wszystkim Człowieka, zmarłego w dniu 19 września b.r.

Profesor Mieczysław Pałasiński urodził się 6 sierpnia 1924 r. w Krakowie. Studia rolnicze odbył na Wydziale Rolniczym UJ i uzyskał w 1951 r. dyplom magistra inżyniera. Pracę doktorską pt. „Zawartość kationów w skrobi ziemniaczanej a lepkość jej kleików” (*Acta Agraria et Silvestria*, 1964, ser. Rolnicza 4) obronił na Wydziale Rolniczym Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie w 1962 r. Habilitował się na tym samym Wydziale w 1968 r. na podstawie rozprawy „Autohydrolyza skrobi wodorowej” (*Zesz. Nauk. WSR w Krakowie*, 1968, ser. Rozprawy 7) i uzyskał stopień docenta nauk rolniczych w zakresie technologii produktów roślinnych. Tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego nauk technicznych otrzymał w 1976 r., a profesora zwyczajnego nauk rolniczych – 11.07.1985 r. Godność doktora honoris causa nadała mu Akademia Rolnicza we Wrocławiu w dniu 3 czerwca 1998 r.

Podczas okupacji działał w konspiracji jako członek Armii Krajowej i uzyskał 11.11.1944 r. stopień kaprała z cenzurem. Pracę zawodową rozpoczął jeszcze przed rozpoczęciem studiów wyższych w Centrali „Społem” w Krakowie (1941 - 1954), następnie pracował w Spółdzielni „Unia” w Krakowie (1945 - 1946) oraz w Księgarni S. Kamińskiego w Krakowie (1946 - 1951). Pracę naukową rozpoczął jako młodszy asystent w Katedrze Chemii Ogólnej Wydziału Rolniczego UJ (1950-1951). Następnie pracował jako asystent (1951-1954), starszy asystent (1954-1957) i adiunkt (1957-

1969) w Katedrze Technologii Rolnej Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie, docent (1969-1976), profesor nadzwyczajny (1976-1985) w Instytucie Chemii Ogólnej i Technologii Rolnej (przemianowanym następnie w Instytut Podstaw Chemii i Technologii Rolnej) oraz profesor zwyczajny (1985-1994) w Katedrze Technologii Węglowodanów Akademii Rolniczej w Krakowie. Był dyrektorem Instytutu Chemii Ogólnej i Technologii Rolnej (później Instytutu Podstaw Chemii i Technologii Żywności) Akademii Rolniczej w Krakowie (1972-1981), kierownikiem Zakładu, a następnie Katedry Technologii Węglowodanów AR w Krakowie (1981-1994), Prodziekanem Wydziału Rolniczego AR w Krakowie (1972-1981 i 1985-1987) oraz kierownikiem Studium Podyplomowego „Zarządzanie jakością w przemyśle spożywczym” na Wydziale Technologii Żywności AR w Krakowie (2000-2011).

Prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński zaliczał się do naukowców światowego formatu. Odbił staże naukowe w następujących zagranicznych placówkach naukowych:

- Instytut Wyżywienia Akademii Nauk NRD (Zentralinstitut für Ernährung der Akademie der Wissenschaften DDR), Poczdam,
- Politechnika Budapeszteńska (Budapesti Műszaki Egetem),
- Wyższa Szkoła Inżynierska (Ingenieurhochschule ) w Köthen (NRD),
- Uniwersytet we Fryburgu (Freiburger Universität) (RFN),
- Federalny Zakład Badawczy Przetwórstwa Zbożowego i Ziemniaczanego (Bundesforschungsanstalt für Getreideund Kartoffelverarbeitung) w Detmold (RFN).

Jego zainteresowania naukowe dotyczyły przede wszystkim zagadnień związanych z chemią i technologią przemysłu skrobiowego, oceną przydatności surowca dla tego przemysłu (szczególnym osiągnięciem było przebadanie pszenżyta do produkcji skrobi), poznanie funkcjonalnych właściwości skrobi różnego pochodzenia, wyjaśnienie zjawiska autohydrolizy skrobi wodorowej oraz poznanie fizykochemicznych właściwości skrobi kationowych. Jego publikowany dorobek naukowy obejmuje ponad 180 prac w tym: 80 oryginalnych prac twórczych, 60 komunikatów i doniesień naukowych, 10 podręczników i skryptów oraz 33 inne publikacje.

Duże znaczenie naukowe i dydaktyczne mają rozdziały w następujących podręcznikach: „Chemia i technologia przemysłów rolnych”, PWRiL, Warszawa 1961; „Skrobia”, WNT, Warszawa 1969; „Technologia przetwórstwa ziemniaczanego”, WNT, Warszawa 1972; „Chemia żywności”, WNT, Warszawa 1988.

Pod opieką Profesora Pałasińskiego wielu pracowników naukowych prowadziło badania oraz zdobywało stopnie i tytuły naukowe. Pan Profesor wypromował 9 doktorów, a wśród Jego współpracowników 5 uzyskało stopień doktora habilitowanego a 3 – tytuł profesora.

Prof. Mieczysław Pałasiński był inicjatorem międzynarodowych spotkań naukowych z zakresu chemii i technologii skrobi (Starch Convention), z których trzy odbyły się pod Jego kierownictwem w Krakowie. Ponadto brał aktywny udział w międzyna-



dowych sympozjach naukowych w Austrii, Czechosłowacji, Hiszpanii, NRD, RFN, na Węgrzech i w ZSRR. Zorganizował w Krakowie trzy ogólnopolskie sesje naukowe Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN (1970, 1979 i 1990 r.). Kierował licznymi zadaniami badawczymi w ramach problemów resortowych Ministra Rolnictwa i CPBP oraz 3 grantami badawczymi KBN.

Jego działalność organizacyjna obejmowała członkostwo w Komitecie Nauk o Żywności PAN (od 1972, 1984-1998 – wiceprzewodniczący, 1994-1996 – przewodniczący, od 1999 – członek honorowy), Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych PAN Oddz. w Krakowie, Polskiej Akademii Umiejętności (od 1992 – współpracownik Komisji Nauk Rolniczych), Polskim Towarzystwie Nauk Żywnościowych (od 1981), Polskim Towarzystwie Technologów Żywności (od 1989): przewodniczący Oddz. Małopolskiego (1991-1994), członek honorowy (od 1997), Polskim Towarzystwie Promocji Zdrowego Życia i Żywności (od 1987; wiceprzewodniczący (od 1991-2009), Stowarzyszeniu Inżynierów i Techników Przemysłu Spożywczego (NOT) (od 1972): przewodniczący Komitetu Naukowo-Technicznego ds. Gospodarki Żywnościowej przy Oddz. Wojewódzkim NOT w Krakowie (1976-1981), wiceprzewodniczący Oddz. Wojewódzkiego (1981-1984), Światowym Związku Żołnierzy Armii Krajowej (od 1992). Ponadto cztery kadencje (1992-2002) był członkiem Centralnej Komisji ds. Tytułu i Stopni Naukowych oraz członkiem Rad Naukowych przy Ministrze Przemysłu Spożywczego i Skupu (1973-1977), Centralnego Laboratorium Przemysłu Ziemniaczanego w Poznaniu (1970-1981, 1970-1973 – przewodniczący), Centralnego Laboratorium Przemysłu Tytoniowego w Krakowie (1973-1984), Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie (1993-2002), Rady Konsultacyjnej Instytutu Rolnictwa i Leśnictwa Krajów Tropikalnych i Subtropikalnych AR w Krakowie (1987-1996).

Podkreślić należy, że to właśnie Panu Profesorowi zawdzięczamy utworzenie Oddziału Technologii Żywności na Wydziale Rolniczym ówczesnej Akademii Rolniczej w Krakowie.

Pan Profesor współpracował z licznymi krajowymi i zagranicznymi placówkami naukowo-badawczymi oraz z krajowymi czasopismami naukowymi, jak: *Acta Alimentaria Polonica* (członek Rady Programowej, 1985-1987), *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* (członek Rady Programowej, 1991-1993), *Przemysł Spożywczy* (członek Rady Programowej, 1990-1992), *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* (redaktor 1996-2016).

Profesor Mieczysław Pałasiński za swoje osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne został wyróżniony nagrodami Ministra Szkolnictwa Wyższego lub Edukacji Narodowej za autorstwo podręcznika (1973 i 1989), za działalność naukową (1973, 1983, 1988, 1994) oraz za działalność dydaktyczną (1977). Ponadto Fundacja Nauki Polskiej przyznała mu stypendium programu Nestor (2007).

Odznaczony został: Krzyżem Komandorskim (2004), Oficerskim (1995) i Kawalerskim OOP (1978), Krzyżem Armii Krajowej (1995), Złotym Krzyżem Zasługi (1973), Srebrną (1983), Złotą (1989) i Diamentową Odznaką Honorową NOT (2010), Złotą Odznaką „Za pracę społeczną dla miasta Krakowa” (1986), Złotą Odznaką „Zasłużony Pracownik Przemysłu Spożywczego i Skupu” (1987), Złotą Odznaką Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności (2004) i odznaką honorową „Zasłużony dla Rolnictwa” nadaną przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (2004). Otrzymał również medale: „Saare Medaille” nadany przez Arbeitsgemeinschaft fuer Getreideforschung w Detmold (Niemcy – 1989), medal im. M. Oczapowskiego nadany przez Wydz. V PAN (1994), medal 70-lecia Akademii Ekonomicznej w Krakowie (1994), medal im. Prof. Juliana Aleksandrowicza nadany przez Zarząd Krajowego Towarzystwa Propagowania Zdrowej Żywności (1995), medal im. Profesora Franciszka Nowotnego za Zasługi dla Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie oraz odznakę „Weterana walk o niepodległość” nadaną przez kierownika Urzędu do spraw Kombatantów i Osób Represjonowanych.

Pan Profesor pracował na Uczelni prawie 45 lat. Po przejściu na emeryturę (1994) nadal mogliśmy korzystać z jego wiedzy, doświadczenia, życzliwości i wsparcia. W tym czasie był m.in. kierownikiem dwóch grantów KBN (w latach 1995-1997 oraz 2001-2003). Do 2010 r. wykładał też Technologię Przemysłów Węglowodanowych na Wydziale Technologii Żywności UR w Krakowie.

Śmierć Pana Profesora jest znaczącą stratą dla środowiska technologów żywności, a przede wszystkim dla nas – bliższych i dalszych współpracowników.

Pozostanie Pan Profesor w naszej pamięci jako niedościgniony wzór Nauczyciela, Wychowawcy, Dziekana i Kierownika, a także skromnego i pełnego życzliwości, a przez to wielkiego – Człowieka i Mistrza, który do końca życia pozostał wierny swoim ideałom i którego nie da się tak po prostu – zastąpić. Można natomiast, a nawet trzeba Go naśladować. Staramy się tak czynić, drogi Panie Profesorze!

*Prof. dr hab. inż. Halina Gambuś  
Kierownik Katedry Technologii Węglowodanów UR w Krakowie*

ALEKSANDRA SADOWSKA, ANNA DIOWKSZ

## WŁAŚCIWOŚCI TRANSLUTAMINAZY I JEJ ROLA W PIEKARSTWIE

### Streszczenie

Zmniejszenie spożycia pieczywa wynikające ze zmiany trendów dietetycznych wpływa na poszukiwanie rozwiązań technologicznych satysfakcjonujących zarówno konsumentów, jak i producentów. Jedną z propozycji jest wykorzystanie właściwości transglutaminazy. Jej zastosowanie może przyczynić się do uzyskania pieczywa o nowej, wysokiej jakości.

Transglutaminaza (TG) to enzym wykazujący zdolność do modyfikacji białek, przez co jest atrakcyjną substancją dodatkową o znaczeniu technologicznym dla przemysłu spożywczego. W pracy dokonano przeglądu właściwości tego enzymu ze szczególnym uwzględnieniem zalet jego stosowania w piekarstwie. TG wywiera korzystny wpływ na jakość pieczywa, między innymi poprawia wygląd zewnętrzny, zwiększa objętość właściwą oraz wpływa na większą homogenność porów miękiszu. Dodatek TG zwiększa wydajność pieczywa przy zachowaniu tzw. czystej etykiety. Transglutaminaza wpływa także na podwyższenie jakości wyrobów bezglutenowych, a w wyniku katalizowanych przez enzym reakcji możliwe jest zmniejszenie alergenicności i nietolerancji konwencjonalnego pieczywa.

**Słowa kluczowe:** transglutaminaza, pieczywo, „czysta etykieta”, dodatki piekarskie

### Wprowadzenie

Pomimo wielowiekowej tradycji znaczącej pozycji chleba w polskiej diecie, obecnie wielu konsumentów ogranicza spożycie lub wręcz rezygnuje z pieczywa w codziennym jadłospisie. Według danych GUS, w ostatnich 20 latach konsumpcja pieczywa zmalała o ok. 40 %. Do głównych czynników, które na to wpływają, należy zaliczyć zmieniające się trendy żywieniowe, ale też kwestie ekonomiczne. Coraz mniejsze spożycie chleba jest niezgodne z zaleceniami żywieniowymi i wpływa nega-

tywnie na stan zdrowia społeczeństwa, ale również powoduje wzrastające straty piekarzy [8, 12].

Poszukuje się więc nowych rozwiązań technologicznych. Celem tych poszukiwań jest produkcja wyrobów o wysokiej jakości i atrakcyjności konsumenckiej przy jak najmniejszych nakładach finansowych. Ze względu na wysoką kosztocłonność produkcji tradycyjnych wyrobów piekarskich coraz częściej wprowadza się dodatki technologiczne, które mają pozwolić na uzyskanie atrakcyjnego produktu przy obniżonych kosztach. Na podstawie Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych (Dz. U. 2010. Nr 232, poz. 1525) [41] dopuszczone do stosowania zostały substancje naturalne, chemiczne i enzymatyczne. Niektóre z nich dodawane są do mąki, inne podczas wyrabiania ciasta, a wszystkie mają na celu poprawę jakości wyrobów piekarskich [17].

Jednak obserwowane zmiany trendów konsumenckich wskazują na wzrost zainteresowania powrotem do tradycyjnych receptur i unikanie syntetycznych dodatków chemicznych [27]. Wynika to z rosnącej świadomości społeczeństwa i chęci prowadzenia zdrowego trybu życia. Wymaga to ze strony przemysłu piekarskiego wdrażania nowych rozwiązań technologicznych, które zaspokoją oczekiwania klientów, czego wyrazem jest tzw. czysta etykieta [10, 26]. Taka etykieta to deklaracja producenta wskazująca na rezygnację ze stosowania substancji dodatkowych, takich jak polepszacze czy środki konserwujące.

Nowoczesnym rozwiązaniem jest stosowanie preparatów enzymatycznych. Pod wpływem działania wysokiej temperatury na etapie wypieku enzymy ulegają degradacji i jako naturalne białko nie wymagają umieszczenia ich w składzie na etykiecie wyrobu. Jednocześnie ze względu na różnorodność dostępnych preparatów możliwe jest uzyskanie wielu korzyści. Najważniejsze z nich to: przyspieszanie procesów technologicznych, podwyższanie jakości i atrakcyjności produktów, przedłużanie ich trwałości, a przede wszystkim zwiększanie wydajności procesów oraz zmniejszanie kosztów wytwarzania [31, 39]. Takimi możliwościami cechuje się transglutaminaza, dzięki czemu stała się atrakcyjnym dodatkiem piekarskim.

Celem pracy było przedstawienie właściwości i zalet transglutaminazy jako dodatku technologicznego stosowanego w piekarstwie.

### **Transglutaminaza**

Transglutaminaza stała się przedmiotem intensywnych badań pod koniec lat 80. XX wieku. Zainteresowanie to spowodowane było szerokim występowaniem tego białka w przyrodzie [33].

Transglutaminaza (TG) to enzym z klasy transferaz. W ludzkim organizmie katalizuje wiele procesów, m.in. jako tzw. czynnik XIIIa odpowiada za krzepnięcie krwi, gojenie się tkanek czy rogowacenie naskórka [7, 25, 40]. Pierwsze modele TG opira-

cowano na podstawie badań materiału roślinnego. Najlepiej przebadana została TG z chloroplastu. Dalsze badania pozwoliły stwierdzić, że zwierzęce transglutaminazy wykazują między sobą wiele podobieństw, ale ich budowa jest odmienna od transglutaminaz roślinnych. Niektóre modele roślinne i zwierzęce różnią się jednak tylko miejscem katalitycznym, a charakterystyczne dla obu grup jest centrum aktywne zbudowane z triady aminokwasów: cysteiny, asparaginy i histydyny (Cys, Asp, His) [32].

Do zastosowań przemysłowych najistotniejsza jest zdolność TG do sieciowania białek różnego pochodzenia. Przez lata najszerzej stosowaną w przemyśle spożywczym była TG izolowana z wątroby kawii domowej (d. świnka morska), wymagająca obecności jonów wapnia w środowisku działania. Ze względu na wysokie koszty pozyskiwania tego enzymu poszukiwano alternatywnych jego źródeł. Podejmowano próby uzyskania enzymu o wysokiej aktywności, a jednocześnie niewymagającego szczególnych warunków do katalizowania reakcji. Niewątpliwym przełomem było pozyskanie tego enzymu na drodze mikrobiologicznej, głównie dzięki szczepom *Streptoverticillium* sp., gdyż nie wymagał on *in vitro* obecności jonów  $Ca^{2+}$ . Pierwszą mikrobiologiczną transglutaminazę (mTG) otrzymano z *S. mobaraensis* ok. 1989 r. [6, 13]. Taka metoda produkcji pozwoliła na znaczące obniżenie ceny enzymu, pośrednio wpływając na podniesienie efektywności ekonomicznej przemysłowych procesów technologicznych wspomaganym użyciem TG [7].

### Struktura i aktywność enzymu

W organizmie człowieka TG występuje w wielu izoformach, m.in. jako TG1, TG2 (tkankowa transglutaminaza – homolog najbardziej rozpowszechniony, identyczny z wykorzystywanym w przemyśle spożywczym, pochodzącym z wątroby kawii domowej), TG X czy czynnik XIIIa. TG 2 jest to białko o masie 80 000 Da. Enzym ten jest dimerem i składa się z czterech domen (N-terminalnej, centrum katalitycznego i dwóch końców C-terminalnych) [14, 28]. W świecie flory TG ma wiele izoform, dlatego tak ważne było dokładne poznanie struktury oraz aktywności i właściwości wyróżniających ten enzym. Wielokrotnie w celu zapewnienia aktywności enzymu niezbędne były jony wapnia, co znacznie utrudniało wykorzystanie go w skali przemysłowej. Problem ten został rozwiązany wraz z otrzymaniem transglutaminazy na drodze mikrobiologicznej.

Mikrobiologiczna transglutaminaza (mTG) pochodząca z *S. mobaraensis* jest monomerem. Składa się z 331 aminokwasów i jest prawie o połowę mniejsza niż transglutaminaza pochodzenia zwierzęcego. Jej masa molekularna wynosi 37 900 Da [13, 14, 15, 40].

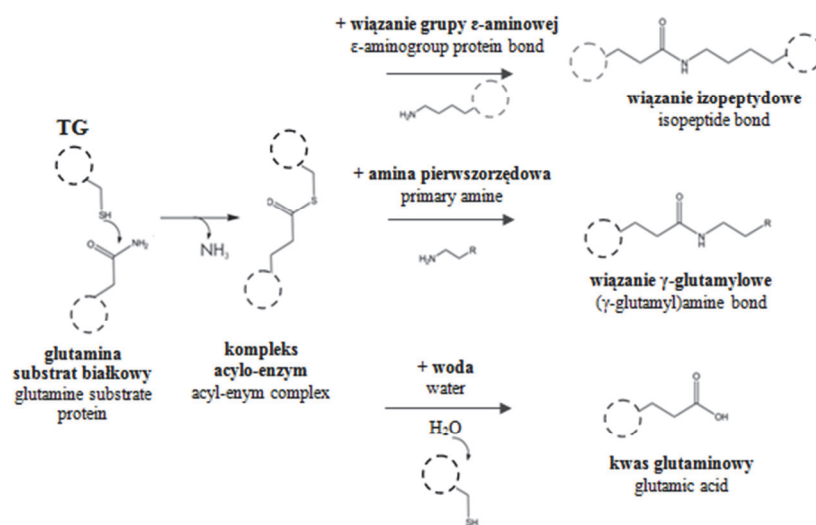
W przeciwieństwie do TG2 mTG nie wymaga obecności jonów  $Ca^{2+}$ . Optymalne warunki, w których jest aktywna to temp.  $25 \div 50$  °C i pH w zakresie  $5,0 \div 9,0$ , a punkt izoelektryczny to 8,9. Dezaktywacja enzymu następuje po przekroczeniu temp. 70 °C.

Takie warunki sprawiają, że enzym ten jest atrakcyjnym substratem technologicznym dla przemysłu spożywczego [7, 13, 15, 40].

### Mechanizm działania i funkcje transglutaminazy

Transglutaminaza katalizuje transport grup acylowych, deaminację białek, polimeryzację białek między- i wewnątrzcząsteczkową. Katalizowane przez mTG reakcje pozwalają na zmiany właściwości białek obecnych w matrycy, jaką jest żywność [2, 36].

Triada katalityczna (Cys, His, Asp) w miejscu aktywnym enzymu łączy się z glutaminą w białku, tworząc tioester z  $\gamma$ -karboksamidem i uwalniając amoniak. Powstaje kompleks enzym - białko. Następnie możliwe są trzy drogi reakcji z nukleofilowymi aminami (rys. 1). Po pierwsze może tworzyć się wiązanie izopeptydowe z łańcuchem białkowym. Druga opcja to związanie aminy przez wiązanie  $\gamma$ -glutamylowe, co wzbogaca białko o kolejny aminokwas. Trzecia droga prowadzi do deaminacji w reakcji z wodą [1, 13, 25, 40].



Rys. 1. Reakcje katalizowane przez mTG

Fig. 1. MTG-catalyzed reactions

Źródło: / Source: opracowanie własne na podstawie [1, 13, 25, 40] / the authors' own study based on [1, 13, 25, 40]

Zarówno rozbudowywanie łańcucha białkowego, jak i reakcja deaminacji są korzystne dla piekarstwa. Pozwalają na modyfikacje właściwości białek, a tym samym umożliwiają zmiany struktury ciasta chlebowego zawierającego białko [30, 40].

### **Modyfikacje białek stosowane w przemyśle piekarskim**

Sieciowanie białek znajduje zastosowanie w przemyśle spożywczym, w tym coraz większe w piekarstwie. Tworzenie sieci z białek w cieście chlebowym wpływa na właściwości uzyskiwanych produktów piekarskich. TG dzięki wyjątkowym cechom pozwala na poprawę jakości pieczywa bez stosowania chemicznych polepszaczy. W obecności glutenu indukuje ona tworzenie wysokocząsteczkowych polimerów, co wpływa na wzmocnienie sieci glutenowej [35, 36]. Enzym ten szeroko modyfikuje cechy morfometryczne wyrobów piekarskich. Reakcje katalizowane przez TG mają wpływ na mikro- i makroskopowe cechy chleba [2, 30].

Istotnym zagadnieniem jest zmiana konsystencji ciasta chlebowego pod wpływem TG. Enzym ten wykazuje powinowactwo zarówno do wysoko- (HMW), jak i niskocząsteczkowych (LMW) glutenin. Duża ilość HMW sprzyja tworzeniu większych aglomeratów białkowych. Takie właściwości wykazują mąki o wysokiej jakości wypiekowej. W wyniku tworzenia się mocniejszych wiązań hydrofobowych zwiększa się polimeryzacja białek. Wpływa to na zwiększenie spójności ciasta, gdyż nie tylko stosunek zawartości fazy białkowej (glutenin i gliadyn) do ilości skrobi i wody, ale także wielkość aglomeratów gluteninowych determinuje właściwości reologiczne ciasta [4, 34]. Dodatek enzymu wpływa na tworzenie disiarczkowych wiązań podczas mieszania ciasta, poprawia strukturę ciasta, które jest bardziej stabilne i sprężyste, jak również determinuje twardość miękiszu po wypieku. Dodatkowo TG przez rozbudowywanie łańcucha białkowego w cieście ma wpływ na późniejszą objętość, a także porowatość miękiszu chleba [5, 18]. Zaobserwowano, że chleb wzbogacany TG wykazuje lepszą charakterystykę miękiszu. Jest on jaśniejszy, pory są mniejsze i równomierne, a ich ścianki – cieńsze. Wysoką jakość wzbogaconego pieczywa potwierdzają zarówno wyniki analiz instrumentalnych, jak i sensorycznych [4]. Warto nadmienić również, że polepszona struktura sieci białkowej przyczynia się korzystnie do przedłużenia świeżości pieczywa, z zachowaniem właściwych cech sensorycznych [9, 16].

TG zwiększa powinowactwo wody do glutenu. Reakcja ta pozwala na związanie większej ilości wody w cieście i miększu chleba, co przy jednoczesnej stabilizacji naturalnej sieci białkowej pozwala na uzyskanie lepszego rachunku ekonomicznego i wyprodukowanie wyrobu piekarskiego, który jest atrakcyjny dla klienta. Jednocześnie przypuszcza się, że reakcja ta katalizowana przez enzym może ograniczać dostęp wody do ziaren skrobiowych, jednak pomimo zmniejszenia stopnia uwodnienia ziaren skrobi miększ nie traci elastyczności. Dodatek TG oddziałuje natomiast na zmianę parametrów teksturalnych pieczywa w czasie. Wpływa także na zwiększenie twardości i żujności pieczywa [4, 22].

Efektywność działania enzymu uwarunkowana jest również dodatkiem surowca białkowego, a tym samym obecnością aminokwasów, takich jak lizyna czy glutamina. Stosowanie TG przy jednoczesnym wzbogacaniu preparatami białkowymi wpływa na

poprawę właściwości sensorycznych chleba [24, 30]. Innymi czynnikami wpływającymi na skuteczność TG jest dawka enzymu oraz czas fermentacji ciasta. Przekroczenie 4 U na gram białka może powodować skutek odwrotny do zamierzonego działania enzymu, zwłaszcza w odniesieniu do zmian objętości właściwej pieczywa [34, 38]. Interesującą obserwacją jest wpływ enzymu na zwiększenie produktywności CO<sub>2</sub> przez drożdże. Uważa się, że TG może pozytywnie modyfikować system enzymatyczny drożdży piekarskich i przyspieszać konwersję cukrów oraz wytwarzanie gazów [38].

Przypuszcza się, że poza technologiczną zasadnością stosowania TG przejawia ona także wpływ antyalergiczny. Zaburzona funkcja TG2 w organizmie ludzkim może prowadzić do zakłóceń w syntezie białek, a w efekcie do zaburzeń pokarmowych i nietolerancji glutenu. Okazuje się jednak, że technologiczne użycie mTG w procesie produkcji pieczywa i innych wyrobów zbożowych pozwala na, przynajmniej częściowe, odbudowanie białek glutenowych o wysokiej masie cząsteczkowej. Taka modyfikacja białek – przez sieciowanie czy deaminację – prowadzi do blokowania glutaminy i obniżenia alergenności bądź nietolerancji takiego produktu. Dodatek enzymu wywiera również wpływ na zwiększenie liczby wiązań siarczkowych S-S, co powoduje specyficzne blokowanie wiązań z glutaminą [3, 14, 19, 21].

Ostatnio proponuje się stosowanie TG do wypieku pieczywa bezglutenowego, m.in. z wykorzystaniem alternatywnych zbóż, np. ryżu, gryki czy owsa. Takie pieczywo wymaga stosowania środków strukturotwórczych, takich jak guma guar, guma ksantanowa lub inne hydrokoloidy. Mohammandi i wsp. [23] wykazali podobne oddziaływanie enzymu na zachowanie bezglutenowego ciasta chlebowego, a także pieczywa po wypieku, jak w przypadku pieczywa wypiekanego z mąki pszennej. Autorzy ci wskazywali na synergizm działania TG i gumy guar, który uwydatnia korzyści stosowania obu substancji. Także inni autorzy zwracali wcześniej uwagę na efekt synergizmu substancji strukturotwórczych z TG, co wpływa na polepszenie właściwości reologicznych ciasta, a dalej pieczywa bezglutenowego [22, 24, 37]. Istotny wpływ na skuteczność podwyższenia jakości wyrobów przez białko enzymatyczne ma również ilość wprowadzonej do ciasta wody i dawka TG. Podobnie jak w wyrobach pszennych, zwiększona ilość TG pozytywnie wpływa na twardość i żujność pieczywa [29]. Należy jednak pamiętać, że przy mniejszej dawce TG pory mięksiszu są bardziej równomierne i cienkościenne, natomiast wraz ze wzrostem dawki enzymu stają się większe i niejednorodne [29]. Ponadto w przypadku przekroczenia zalecanej dawki TG objętość właściwa pieczywa ulega zmniejszeniu [23, 29].

Dodatkową zaletą stosowania TG w piekarstwie jest możliwość wzbogacania pieczywa w białka czy pojedyncze aminokwasy, najczęściej w lizynę. Stosowanie dodatku preparatów białkowych nie tylko zwiększa efektywność TG, ale również stwarza możliwości projektowania nowych wyrobów piekarskich o podwyższonej jakości prozdrowotnej. Zwiększanie wartości odżywczej jest pozytywnie odbierane przez kon-



sumenta, co może się przyczynić do odwrócenia lub przynajmniej złagodzenia niekorzystnej tendencji zmniejszania spożycia pieczywa [16].

### Podsumowanie

Zmniejszenie spożycia pieczywa wynikające ze zmian trendów dietetycznych wzmaga poszukiwania rozwiązań technologicznych satysfakcjonujących zarówno konsumentów, jak i producentów. Wykorzystanie właściwości transglutaminazy umożliwia wzrost opłacalności produkcji pieczywa przy zachowaniu tzw. czystej etykiety, cenionej przez odbiorców, a jednocześnie zwiększa atrakcyjność i trwałość wyrobów piekarskich, w tym dietetycznych, produkowanych z alternatywnych zbóż.

### Literatura

- [1] Abd-Rabo F.H.R., El-Dieb S.M., Abd-El-Fattah A.M., Sakr S.S.: Natural state changes of cows' and buffaloes' milk proteins induced by microbial transglutaminase. *J. Am. Sci.*, 2010, **6** (9), 612-620.
- [2] Basman A., Köksel H., Ng P.K.W.: Effect of transglutaminase on SDS-PAGE patterns of wheat, soy and barley proteins and their blends. *J. Food Sci.*, 2002, **67** (7), 2654-2658.
- [3] Brzozowski B., Bednarczyk W., Adamczyk M.: Biotechnologiczna modyfikacja biologicznych właściwości białek zbóż. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4** (45), 17-26.
- [4] Caballero P.A., Gomez M., Rosell C.M.: Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. *J. Food Eng.*, 2007, **81** (1), 42-53.
- [5] Collar C., Bollán C., Angioloni A.: Significance of microbial transglutaminase on the sensory, mechanical and crumb grain pattern of enzyme supplemented fresh pan breads. *J. Food Eng.*, 2005, **70**, 479-488.
- [6] Cui L., Zhang D., Huang L., Liu H., Du G., Chen J.: Stabilization of a new microbial transglutaminase from *Streptomyces hygroscopicus* WSH03-13 by spray drying. *Process Biochem.*, 2006, **6** (41), 1427-1431.
- [7] De Góes-Favoni S.P., Bueno F.R.: Microbial transglutaminase: General characteristics and performance in food processing technology. *Food Biotechnol.*, 2014, **28**, 1-24.
- [8] Diakun J., Wieliczko W.: Prawidłowość znakowania i jakość handlowa pieczywa w dystrybucji handlowej. *Inż. Przetw. Spoż.*, 2013, **2** (6), 9-13.
- [9] Dłużewska E., Marciniak-Lukasiak K.: Właściwości tekstualne pieczywa bezglutenowego. *Acta Agrophysica*, 2014, **21** (4), 433-443.
- [10] Dziki D., Siastała M., Laskowski J.: Ocena właściwości fizycznych pieczywa handlowego. *Acta Agrophysica*, 2011, **18** (2), 235-244.
- [11] Gujral H.S., Rosell C.M.: Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. *J. Cereal Sci.*, 2004, **39**, 225-230.
- [12] Jankiewicz M.: Dylematy polskiego piekarstwa – szanse ich rozwiązania. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2008, **3**, 2-5.
- [13] Jaros D., Partschefeld C., Henle T., Rohm H.: Transglutaminase in dairy products: Chemistry, physics, applications. *J. Texture Stud.*, 2006, **37**, 113-155.
- [14] Kączkowski J.: Transglutaminase – An enzyme group of extended metabolic and application possibilities. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/55** (1), 3-12.
- [15] Kashiwagi T., Yokoyama K., Ishikawa K., Ono K., Ejima D., Matsui H., Suzuki E.: Crystal structure of microbial transglutaminase from *Streptoverticillium mobaraense*. *J. Biol. Chem.*, 2002, **277**, 44252-44260.
- [16] Kieliszek M., Misiewicz A.: Microbial transglutaminase and its application in the food industry. A review. *Folia Microbiol.*, 2014, **59**, 241-250.

- [17] Kowalska H., Marzec A., Mucha M.: Ocena sensoryczna wybranych rodzajów pieczywa funkcjonalnego oraz preferencje pieczywa wśród konsumentów. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.*, 2012, **571**, 67-78.
- [18] Kuraishi Ch. Yamazaki K., Susa Y.: Transglutaminase: Its utilization in the food industry. *Food Rev. Inter.*, 2001, **17 (2)**, 221-246.
- [19] Lerner A., Matthias T.: Possible association between celiac disease and bacterial transglutaminase in food processing: A hypothesis. *Nutr. Rev.*, 2015, **73 (8)**, 544-552.
- [20] Li L.-Y., Easa M., Liong M.-T., Tan Th.-Ch., Foo W.-T.: The use of microbial transglutaminase and soy protein isolate to enhance retention of capsaicin in capsaicin-enriched layered noodles. *Food Hydrocol.*, 2013, **30**, 495-503.
- [21] Łącka A., Leszczyńska J.: Białka glutenu a alergenicność mąki pszennej. *Zesz. Nauk. PŁ. Chem. Spoż. Biotech.*, 2005, **69**, 77-90.
- [22] Łącka A., Leszczyńska J.: Metody obniżania immunoreaktywności alergenów zawartych w żywności. *Zesz. Nauk. PŁ. Chem. Spoż. Biotech.*, 2005, **69**, 91-104.
- [23] Mahmmadi M., Azizi M.H., Neyestani T.R., Hosseini H., Mortazavian A.M.: Development of gluten-free bread using guar gum and transglutaminase. *J. Ind. Eng. Chem.*, 2015, **21**, 1398-1402.
- [24] Marco C., Rosell C.M.: Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, **227**, 1205-1213.
- [25] Mariniello L., Di Pierro P., Giosafatto C.V.L., Sorrentino A., Porta R.: Transglutaminase in food biotechnology. In: Recent Research Developments in Food Biotechnology. Enzymes as Additives or Processing Aids. Eds. R. Porta, P. Di Pierro, L. Mariniello. Research Signpost, Trivandrum, India, 2008, pp. 185-211.
- [26] Mielcarz M.: Chleba naszego powszedniego... *Przegl. Piek. Cuk.*, 2004, **4**, 12-13.
- [27] Mondal A., Datta A.K.: Bread baking – A review. *J. Food Eng.*, 2008, **86**, 465-474.
- [28] Ostrowski M., Izdebska M., Grzanka A., Żuryń A., Grzanka D.: Udział transglutaminazy 2 w chorobach autoimmunologicznych. *Postępy Hig. Med. Dośw.*, 2005, **59**, 334-339.
- [29] Pongjaruvat W., Methacanon P., Seetaan N., Fuongfuchat A., Gamonpilas Ch.: Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads. *Food Hydrocoll.*, 2014, **36**, 143-150.
- [30] Renzetti S., Dal Bello F., Arendt E.K.: Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. *J. Cereal Sci.*, 2008, **43**, 33-45.
- [31] Samborska K.: Suszenie rozpyłowe enzymów – przyczyny inaktywacji oraz metody i mechanizmy ich stabilizacji. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **6 (73)**, 7-17.
- [32] Samelak A., Sobieszczuk-Nowicka E., Legocka J.: Transglutaminazy i ich biologiczne funkcje. *Post. Biol. Komórki*, 2010, **37**, 599-612.
- [33] Serafini-Fracassini D., Massimiliano A., Mea D., Gianluca A., Ae T., Casadio R., Duca S.: Plant and animal transglutaminases: Do similar functions imply similar structures? *Amino Acids*, 2009, **36**, 643-657.
- [34] Seravalli E.Ap.G., Iguti A.M., Santana I.Ap., Filho F.F.: Effects of application of transglutaminase in wheat proteins during the production of Bread. 11<sup>th</sup> International Congress on Engineering and Food (ICEF11), Athens, Greece, 2011, May, 22-26, p. 935-942.
- [35] Shin M., Gang D., Song J.: Effects of protein and transglutaminase on the preparation of gluten-free rice bread. *Food Sci. Biotechnol.*, 2010, **19 (4)**, 951-956.
- [36] Šimurina O.D., Popov S.D., Filipčev B.V., Dodić J.M., Bodroža-Solarov M.I., Demin M., Nježić Z.B.: Modelling the effects of transglutaminase and L-ascorbic acid on substandard quality wheat flour by response surface methodology. *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.*, 2014, **20 (4)**, 471-480.
- [37] Smerdel B., Pollak L., Novotni D., Čukelj N., Benković M., Lušić D., ČurićD.: Improvement of gluten-free bread quality using transglutaminase, various extruded flours and protein isolates. *J. Food Nutr.*, 2012, **51(4)**, 242-253.
- [38] Soulaka A.B., Ilia E.B.: Effect of transglutaminase on gassing power and specific loaf volume in wheat-barley flour blends baking quality. The IRES 10<sup>th</sup> Int. Conf., Prague, Czech Republic, 2015, September, 27, pp. 5-9.

- [39] Sumantha A., Larroche Ch., Pandey A.: Microbiology and industrial biotechnology of food-grade proteases: A perspective. *Food Technol. Biotechnol.* 2006, **44** (2), 211-220.
- [40] Yokoyama K., Nio N., Kikuchi Y.: Properties and applications of microbial transglutaminase. *Appl. Microbiol. Biot.*, 2004, **64**, 447-454.
- [41] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych Dz. U. 2010. Nr 232, poz. 1525

## PROPERTIES OF TRANSGLUTAMINASE AND ITS ROLE IN BAKERY INDUSTRY

### S u m m a r y

Changes in diet trends have resulted in decreased consumption of bakery products; this has a positive effect on efforts to find technological solutions to satisfy both consumers and producers. One of the suggestions is to make use of the properties of transglutaminase. Its use may help producing bakery products with a new high quality.

Transglutaminase (TG) is an enzyme capable of modifying proteins; therefore, it is an attractive additive of technological significance for the food industry. The paper reviews the properties of this enzyme with particular focus on the advantages of its applications in the bakery industry. TG has a beneficial effect on bakery products; among other things, it improves the external appearance of products, increases the specific volume, and improves the pore homogeneity in crumb. The addition of TG improves the bread yield while keeping the so called “clean label” intact. Moreover, transglutaminase has an effect on improving the quality of gluten-free bakery products; also, it is possible, as a result of the enzyme-catalyzed reactions, to reduce allergenicity or intolerance of traditional bakery products.

**Key words:** transglutaminase, bakery products, “clean label”, bakery additives ☒

KATARZYNA KAJAK-SIEMASZKO, KINGA BORUSZEWSKA,  
WIESŁAW PRZYBYLSKI

## MODYFIKACJE GENETYCZNE ŻYWNOSCI POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO

### Streszczenie

W pracy przedstawiono metody otrzymywania zwierząt transgenicznych oraz cele modyfikacji genetycznych, ze szczególnym uwzględnieniem modyfikacji składu chemicznego i wartości odżywczej mleka, jak również modyfikacji związanych z cechami wartości rzeźnej i jakości mięsa oraz tłuszczu. Amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków (FDA) dopuściła w listopadzie 2015 roku do produkcji, sprzedaży i konsumpcji genetycznie zmodyfikowanego łososa atlantyckiego AquAdvantage, który charakteryzuje się szybszym tempem wzrostu i lepszym wykorzystaniem paszy niż jego niemodyfikowany odpowiednik. Łosoś AquAdvantage jest tożsamy z łososem atlantyckim scharakteryzowanym przez FDA w „Referencyjnej encyklopedii ryb”. W ramach przeprowadzonej oceny bezpieczeństwa stwierdzono, że profil odżywczy obu łososi jest porównywalny. Przedstawiono zasady znakowania produktów zmodyfikowanych genetycznie oraz postawy konsumentów wobec żywności zmodyfikowanej genetycznie. Uwzględniono również zdrowie i dobrostan transgenicznych zwierząt gospodarskich. Konieczny jest rozwój odpowiednich narzędzi do oceny ryzyka zdrowotnego oraz prowadzenie dalszych, bardziej pogłębionych badań dotyczących wpływu na zdrowie oraz oddziaływania na środowisko. Istnieje potrzeba upowszechniania wiedzy o żywności zmodyfikowanej genetycznie, która z pewnością będzie towarzyszyć postępowi metodologicznemu i wyznaczaniu celów mających realne zastosowanie w praktyce. Jest to szczególnie istotne w kontekście postaw społeczeństwa wobec organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO).

**Słowa kluczowe:** zwierzęta transgeniczne, łosoś AquAdvantage, bezpieczeństwo żywności zmodyfikowanej genetycznie, znakowanie żywności zmodyfikowanej genetycznie

### Wprowadzenie

Rozwój inżynierii genetycznej w ostatnich 35 latach pozwolił naukowcom na opracowanie genetycznie zmodyfikowanych zwierząt. W obecnej chwili zwierzęta

---

*Dr inż. K. Kajak-Siemaszko, dr inż. K. Boruszewska, prof. dr hab. W. Przybylski, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa.*

*Kontakt: katarzyna\_kajak\_siemaszko@sggw.pl*

transgeniczne wykorzystywane są głównie w medycynie jako modele w badaniu chorób człowieka. W przypadku transgenezy zwierząt gospodarskich postęp jest wolniejszy. Zdecydowana większość zwierząt transgenicznych znajduje się dopiero na etapie badań. Jednak możliwe, że niektóre z nich – obok łosiosia atlantyckiego AquAdvantage – w niedalekiej przyszłości będą dostępne na rynku. Zmodyfikowano wiele gatunków zwierząt gospodarskich, głównie z zamiarem poprawy ważnych gospodarczo cech, takich jak: szybkość wzrostu, jakość mięsa, skład mleka, odporność na choroby i przeżywalność [63]. Świnie były doskonalone w kierunku szybszego wzrostu i wytwarzania większej ilości mięsa z jednoczesnym mniejszym zapotrzebowaniem na paszę. Udoskonalono również skład wieprzowiny. Naukowcy zwrócili szczególną uwagę na zdrowie świń, wzrost wskaźników przeżywalności prosiąt, zmniejszenie ryzyka chorób zakaźnych i wzmocnienie ich systemu immunologicznego. Celem modyfikacji owiec była poprawa produkcji wełny i poprawa odporności oraz zmniejszenie ryzyka śmiertelności po infekcjach bakteryjnych i wirusowych. Zwiększenie tempa wzrostu kurcząt zostało osiągnięte połowicznie, ponieważ już ukierunkowana intensywna selekcja wpłynęła na maksymalną poprawę tej cechy. Niemniej jednak zwiększono odporność na choroby (m.in. wirus H5N1) i wskaźnik przeżycia nowo wyklutych piskląt. W przypadku bydła skupiono się na zdrowiu wymion krów i przeżywalności cieląt. Wyhodowano także krowy GM odporne na BSE. Podobnie w przypadku ryb, szczególnie łosiosia, karpia czy tilapii, skupiono się na jakości i produkcji mięsa oraz odporności na choroby [17].

Pierwszej udanej transformacji genetycznej myszy laboratoryjnej dokonali w 1980 roku Gordon i wsp. [19]. Wkrótce za pomocą tej samej metody mikroiniekcji obcego DNA do przedjądrzy zygoty zostały po raz pierwszy otrzymane transgeniczne zwierzęta gospodarskie [22]. Ze względu na to, że mikroiniekcja ma kilka istotnych wad, w tym przypadkową integrację z genomem gospodarza, niską wydajność i częstość występowania mozaikowości, badania koncentrowały się na alternatywnych, ulepszonych metodach otrzymywania zwierząt transgenicznych [29]. Przykładem tego jest ukierunkowana transformacja owcy (delecja genu białka prionowego) dokonana przez brytyjskich badaczy z Instytutu w Roslin, którzy wcześniej sklonowali owcę (Dolly) metodą transplantacji jąder komórek somatycznych [8]. Niemniej wprowadzanie nowych odmian roślin i naturalne doskonalenie genetyczne zwierząt jest wciąż możliwe dzięki tradycyjnym metodom hodowli, takim jak np. selekcja.

Celem pracy było przedstawienie modyfikacji składu chemicznego i wartości odżywczej mleka oraz cech wartości rzeźnej i jakości mięsa oraz tłuszczu zwierzęcego. Ponadto omówiono kwestie bezpieczeństwa żywności pochodzącej z łosiosia AquAdvantage oraz postawy konsumentów wobec żywności zmodyfikowanej genetycznie, a także zagadnienia związane ze zdrowiem i dobrostanem transgenicznych zwierząt gospodarskich.

### Metody otrzymywania zwierząt transgenicznych

W zależności od gatunku do wytwarzania transgenicznych zwierząt, poza wspomnianą wyżej metodą, można zastosować jedną z poniższych:

- a) transfer DNA za pośrednictwem lentiwirusa. Obce geny wprowadza się do wektorów zawierających naturalne elementy wspierające integrację DNA, np. lentiwirusów [39]. Udoskonalona metoda mikroiniekcji DNA stała się rutynową procedurą laboratoryjną stosowaną powszechnie do hodowli transgenicznego bydła, owiec, świń, kóz oraz królików [40]. Do niedawna transgeniczny drób był produkowany jedynie z wykorzystaniem retro- lub lentiwirusów. Ostatnio użycie macierzystych komórek zarodkowych pozwoliło na wytwarzanie transgenicznych kurcząt bez stosowania wektorów wirusowych [38];
- b) transfer DNA za pośrednictwem plemników (ICSI, ang. *Intracytoplasmic sperm injection*). Plemniki inkubuje się z obcym genem i wstrzykuje do cytoplazmy oocytów w celu zapłodnienia. Metoda została opracowana głównie do otrzymywania transgenicznych świń i myszy [61, 23];
- c) przeniesienie DNA za pomocą komórek pluripotencjalnych. Przeniesienie obcego genu do komórek pluripotencjalnych (embrionalne komórki macierzyste ES lub pierwotne komórki płciowe EG) do zarodków we wczesnych fazach rozwoju w celu otrzymania chimerowych zwierząt mających normalne i transformowane komórki. Ta metoda jest pracochłonna i w praktyce zasadniczo ma zastosowanie do inaktywacji genów [23];
- d) transfer DNA za pośrednictwem klonowania. Obcy gen wprowadza się do komórek somatycznych, których jądra są wprowadzane do cytoplazmy komórek jajowych pozbawionych jąder w celu wytworzenia transgenicznych klonów. Technika klonowania użyta do otrzymania owcy Dolly jest stosowana do otrzymywania transgenicznych przeżuwaczy i świń. Technika ta pozwala na dodanie genu lub wyciszenie jego ekspresji [23].

Transgeniczne zwierzęta mają szerokie zastosowanie do poprawy jakości produkcji zwierzęcej, zwiększenia mocy produkcyjnych, w modelach do badania chorób ludzkich i produkcji materiałów biomedycznych [33]. Należy jednak podkreślić, że wykorzystanie transgenicznych zwierząt w rolnictwie jest dużo mniejsze niż w biomedycynie [29].

### Modyfikacje składu chemicznego i wartości odżywczej mleka

Jednym z głównych celów modyfikacji genetycznych jest poprawa właściwości fizykochemicznych mleka, w tym udziału poszczególnych frakcji kazeiny.

Przez nadmierną ekspresję  $\beta$ - i  $\kappa$ -kazeiny zwiększono ilość kazeiny bydlęcej, co wyraźnie poprawiło właściwości funkcjonalne mleka krowiego [6]. Nie wyklucza się

również wyprodukowania "hipoalergicznego" mleka poprzez *knockout* lub *knockdown* genu  $\beta$ -laktoglobuliny. W celu uzyskania mleka pozbawionego laktozy możliwa jest modyfikacja przez *knockout* lub *knockdown* genu  $\alpha$ -laktoalbuminy, który jest kluczowy w syntezie cząsteczek cukru mlecznego. Może być też można produkować mleko dla niemowląt, w którym obecna będzie ludzka laktoferyna lub mleko o zwiększonym standardzie higienicznym poprzez zwiększenie zawartości lizozymu. Uzyskanie mleka o zmniejszonej zawartości laktozy (lub bez niej) umożliwiłoby spożywanie nabiału ludziom dorosłym, którzy nie mają aktywnego enzymu laktazy jelitowej. Pamiętać jednak należy, że laktoza jest odpowiedzialna za potencjał osmotyczny mleka. Jego obniżenie może zakłócać wydzielanie mleka. W przypadku hemizygotycznych myszy udało się zredukować zawartość laktozy od 50 do 85 % bez wpływu na wydzielanie mleka [25]. Jednakże homozygotyczne myszy z nokautem genu  $\alpha$ -laktoalbuminy nie mogły karmić swojego potomstwa ze względu na zbyt wysoką lepkość mleka [50].

W przypadku świń transgeniczna ekspresja konstruktu bydlęcej laktoalbuminy w mleku maciory spowodowała zwiększenie zawartości laktozy i wzrost produkcji mleka, co było skorelowane ze zwiększoną przeżywalnością i szybszym rozwojem warchlaków [58].

### **Modyfikacje związane z cechami wartości rzeźnej i jakości mięsa oraz tłuszczu**

W wyniku modyfikacji genetycznych uzyskano transgeniczne świnię z ludzkim insulinopodobnym czynnikiem wzrostu (IGF-1), charakteryzujące się większą masą schabu i polędwicy (odpowiednio: o 30 i 10 %) i zawierające przy tym 20 % mniej tłuszczu całkowitego w tuszy [41]. Transgeniczne świnię miały także mniej beztłuszczowej masy ciała w porównaniu ze świniami kontrolnymi [42]. Nadekspresja hormonu wzrostu (GH) świń spowodowała, że zwierzęta miały mniej tłuszczu ogółem, mniej nasyconych kwasów tłuszczowych, jak również mniej jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Efekt ten uwidocznił się, gdy zwierzęta podrosły. Wzrost zawartości chudego mięsa doprowadził do zmniejszenia zawartości tłuszczu ogółem [49]. Ze względu jednak na obecny brak akceptacji społecznej żywności zmodyfikowanej genetycznie, wprowadzenie tego typu produktów na rynek nie jest na razie możliwe [33].

Oprócz zwiększenia ogólnej masy mięśniowej, manipulacja składem tłuszczu mięśniowego to kolejny kierunek związany z inżynierią genetyczną. Konsumenci stają się coraz bardziej świadomi ilości i rodzaju spożytego tłuszczu w diecie, stąd trend w kierunku zmniejszenia spożycia tłuszczów nasyconych i zwiększenia spożycia tłuszczów nienasyconych [49, 57].

W przeciwieństwie do ryb, ssaki nie potrafią przekształcić kwasów tłuszczowych omega-6 w omega-3, dlatego też pobierają kwasy tłuszczowe omega-3 z diety. W 2004 roku gen desaturazy kwasu tłuszczowego omega-3 z *Caenorhabditis elegans* (FAT-1)

wprowadzono do organizmu myszy. Pozwoliło to na konwersję kwasów omega-6 do omega-3 przy braku kwasów omega-3 w diecie [26].

Ważnym krokiem w kierunku produkcji wieprzowiny o wyższych walorach zdrowotnych było uzyskanie pierwszej transgenicznej świni z genem desaturazy ze szpinaku lub *Caenorhabditis elegans*, który warunkuje zwiększoną produkcję nienasyconych kwasów tłuszczowych. W tkance tłuszczowej świń z genem desaturazy ze szpinaku zaobserwowano o 20 % większą zawartość kwasu linolowego niż w tkance świń dzikiego typu [48].

W przypadku świń transgenicznych z ekspresją ludzkiego genu FAT-1 zaobserwowano wzrost poziomu kwasów tłuszczowych omega-3 w ich mięśniach [30]. Transgeniczne świny z ekspresją genu FAT-1 pochodzącego od nicieni cechowało obniżenie stosunku kwasów omega-6 do omega-3 w mięśniach [37]. Zhou i wsp. [62] potwierdzili wcześniejsze wyniki. Nadekspresja genu FAT-1 z innych gatunków nicieni u transgenicznych świń wpłynęła na wzbogacenie mięsa w wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3. Podobne wyniki uzyskano z nadekspresją genu FAT-1 w przypadku bydła i owiec [10, 57]. Zawartość tłuszczu śródmięśniowego myszy z nadekspresją DGAT1 wzrasta znacząco, głównie poprzez zwiększenie stężenia triacylogliceroli [45]. Badania te wskazują na możliwość zwiększenia zawartości tłuszczu śródmięśniowego w tkankach zwierząt o wysokiej mięsności w celu poprawy jakości mięsa. Z kolei nadekspresja IL-15 hamuje odkładanie tkanki tłuszczowej w organizmie myszy, wpływając tym samym na skład tuszki [44]. PPAR $\gamma$ 2 reguluje różnicowanie adipocytów i magazynowanie tłuszczu. Myszy transgeniczne z nadekspresją PPAR $\gamma$ 2 wykazywały zwiększoną zawartość triacylogliceroli i wzrost zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych [24]. Obecnie trwają badania dotyczące transgenicznych owiec [43] oraz świń [31] z nadekspresją PPAR $\gamma$ .

### **Modyfikowany genetycznie łosoś atlantycki AquAdvantage**

Spośród wielu gatunków ryb z wytworzoną nadekspresją genu GH najbardziej obiecujące wyniki uzyskano w przypadku łososia atlantyckiego AquAdvantage, którego amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków (FDA) dopuściła w listopadzie 2015 roku do produkcji, sprzedaży i konsumpcji. AquAdvantage to triploidalna, hemizygotyczna samica łososia atlantyckiego (*Salmo salar* L.) wyposażona w jedną kopię  $\alpha$ -postaci *opAFP-GHc2* rekombinowanego konstrukt DNA wbudowanego w  $\alpha$ -locus w linii EO-1 $\alpha$  [15]. Łosoś AquAdvantage został genetycznie zmodyfikowany w kierunku szybszego wzrostu niż jego niemodyfikowany odpowiednik. Jest to możliwe, ponieważ zawiera konstrukt rDNA, który składa się z genu hormonu wzrostu z łososia pacyficznego – czawyczy pod kontrolą promotora (sekwencji DNA, która zmienia ekspresję genu) od węgorzycy amerykańskiej (*Zoarces americanus*), dzięki czemu hormon wzrostu produkowany jest stale, a nie, jak u zwykłego łososia szlachetnego,



tylko na wiosnę i w lecie. Pozwala to łososiowi wzrosnąć do wielkości rynkowej znacznie szybciej [16]. Skrócono okres hodowli z 36 do 16 ÷ 28 miesięcy [5].

Jak wynika z badań Ganga i wsp. [18], transgeniczny łosoś atlantycki (*Salmo salar* L.) ma zdolność do utrzymania przyspieszonego wzrostu, nawet gdy jest karmiony paszą o dużej zawartości białka roślinnego (68 %), jednocześnie z niższym poziomem białka zwierzęcego zawartego w mączce rybnej. Wynika z tego, że transgeniczne łososie atlantyckie (*Salmo salar* L.) charakteryzują się nie tylko szybszym tempem wzrostu i lepszym wykorzystaniem paszy niż ich niemodyfikowane odpowiedniki, ale również mogą utrzymać podobną lub lepszą wydajność przy obecności 68 % białka roślinnego w diecie, pochodzącego z relatywnie tańszych źródeł. Z kolei Oakes i wsp. [35] wskazują, że transgeniczne łososie (*Oncorhynchus kisutch*) charakteryzują się nie tylko szybszym wzrostem oraz większym spożyciem paszy niż łososie nietransgeniczne, ale także lepszym wykorzystaniem białka, jak również tańszych niebiałkowych źródeł energii, głównie lipidów lub węglowodanów, w celu pokrycia większego dziennego zapotrzebowania na energię, co może wpłynąć na zmniejszenie kosztów produkcji.

W badaniach Tibbettsa i wsp. [51] transgeniczny łosoś (*Salmo salar* L.) spożywał dziennie znacznie więcej paszy, ale ze względu na zwiększone tempo wzrostu, lepsze współczynniki konwersji paszy i wyższą efektywność retencji azotu mógł osiągać większą masę w znacznie krótszym (o 40 %) czasie niż ryby nietransgeniczne. Całkowita ilość paszy potrzebna do wytworzenia tej samej masy ryby została zmniejszona o 25 %. Transgeniczne łososie wykazywały większą zdolność do zaspokajania potrzeb energetycznych z niebiałkowych składników paszy, co umożliwiała skierowanie części aminokwasów z diety do biosyntezy białek, zamiast ich katabolizowania na potrzeby energetyczne. Obecność białka stanowi największy i zarazem najdroższy składnik paszy łososia, a także jest głównym źródłem zanieczyszczeń azotowych w hodowli tych ryb. Uzyskane wyniki mogą oznaczać bardzo korzystne zmiany metabolizmu energetycznego, które mogłyby doprowadzić do bardziej oszczędnej i ekologicznie zrównoważonej hodowli łososia atlantyckiego, zwłaszcza gdy są one prowadzone w zamkniętych systemach lądowych.

Wstępne wyniki wskazują na zróżnicowaną ekspresję kluczowych genów dla TG – triacylogliceroli (EO-1 $\alpha$ ) łososia atlantyckiego regulujących względne poziomy, przy których aminokwasy, kwasy tłuszczowe i glukoza wchodzi w mitochondrialny cykl TCA (cykl kwasów trikarboksylowych, inaczej cykl Krebsa) w celu wytworzenia energii [59].

Dokumentem opisującym procedurę dopuszczenia na rynek zmodyfikowanego łososia jest NADA 141-454 (ang. *New Animal Drug Application*), który składa się m.in. z definicji produktu, molekularnej charakterystyki konstruktów, charakterystyki molekularnej linii zwierząt zmodyfikowanych genetycznie, charakterystyki fenotypo-

wej zwierzęcia zmodyfikowanego genetycznie, genetycznej i genotypowej stabilności, bezpieczeństwa żywności i pasz oraz bezpieczeństwa środowiskowego [13].

### **Ocena bezpieczeństwa produktów pochodzących z łososia AquAdvantage**

W ramach przeglądu wniosku NADA 141-454 [13] odbyło się otwarte spotkanie publiczne, na którym przedstawiono dokumenty środowiskowe. Na ich podstawie FDA uznała łososia AquAdvantage, firmy AquaBounty, za fenotypowo identycznego z łososiem atlantyckim scharakteryzowanym przez FDA w „Referencyjnej encyklopedii ryb”. Stwierdzono ponadto, że profil odżywczy obu łososi jest porównywalny. W ramach oceny bezpieczeństwa FDA przebadła trzy grupy ryb: niemodyfikowane hodowlane łososie atlantyckie z farmy producenta oraz z innego komercyjnego gospodarstwa, a także łososie AquAdvantage. Nie stwierdzono biologicznie istotnych różnic pod względem składu ogólnego (w tym białka ogółem i tłuszczu ogółem) i szczegółowego (np. specyficznych aminokwasów, witamin, kwasów tłuszczowych, proporcji kwasów tłuszczowych, w tym kwasów tłuszczowych *n-3* i *n-6*). W badaniu porównano zawartość najważniejszych hormonów (w tym hormonu wzrostu – 10,40 ng/g, estradiolu, testosteronu, 11-ketotestosteronu, T3, T4) i nie stwierdzono biologicznych różnic. Istotne różnice wykazano w zakresie zawartości insulinopodobnego czynnika wzrostu 1 (IGF 1) – 10,26 ng/g wobec 7,34 ng/g w grupie kontrolnej [4, 12, 13]. Wykazano, że różni się on od ludzkiego czynnika, a jego wiązanie przez receptory jest 2- ÷ 3-krotnie mniej efektywne [4]. Z kolei Benessia i Barbiero [3] twierdzą, że są to dane bardzo przybliżone. Nie podano warunków, w jakich przeprowadzono badanie, a powinowactwo receptor/hormon u tak różnych gatunków nie jest zbadane. Ponadto w przypadku zaburzenia ekspresji hormonu wzrostu badanie możliwych konsekwencji zdrowotnych powinno uwzględniać bezpośrednie i pośrednie skutki dla całościowego metabolizmu komórek.

Wątpliwości dotyczące łososia AquAdvantage, w tym ocena bezpieczeństwa czy oszacowanie ryzyka zdrowotnego, zostały opisane przez wielu autorów, m.in. przez: Benessię i Barbiera [3], van Eenennaama i Olina [53], van Eenennaama i Muira [54], Noaha [34]. Z kolei Yang i wsp. [60] przedstawili oszacowanie ryzyka zdrowotnego w przypadku mięsa i mleka pochodzących z transgenicznych zwierząt.

W celu uniemożliwienia łososiom AquAdvantage ucieczki do środowiska naturalnego muszą być spełnione rygorystyczne warunki, tzn. łososie nie mogą być hodowane w zagrodach oceanicznych, lecz w zamkniętych, śródlądowych zbiornikach. Jeden z nich mieści się w Kanadzie, gdzie znajduje się stado hodowlane, a drugi w Panamie, gdzie z ikry pochodzącej z Kanady ryby są hodowane do czasu osiągnięcia odpowiednich wymiarów spełniających wymagania rynku. Oba obiekty zostały wyposażone w wiele barier fizycznych w celu zapobieżenia wydostaniu się ikry lub ryb na

zewnątrz zbiorników. Ponadto barierą biologiczną jest bezpłodność samic łososia uzyskana za pomocą potrójnego kompletu chromosomów (triptoidalność) [11].

Według Devlina i wsp. [9], gdy transgeniczne łososie *Oncorhynchus kisutch* są hodowane w tym samym zbiorniku co ich nietransgeniczne odpowiedniki, a dostępnego pożywienia jest pod dostatkiem, ryby rozwijają się bez zakłóceń. W warunkach ograniczonych zasobów pożywienia łososie transgeniczne zachowują się agresywnie – dominują nad łososiami nietransgenicznymi i uniemożliwiają im wzrost. Żywiąc się mniejszymi osobnikami nietransgenicznymi, prowadzą w ten sposób obie populacje do wyginięcia. W tych samych warunkach niedoboru żywności nietransgeniczne łososie hodowane przetrwałyby bez uszczerbku.

Matematycznej analizie ryzyka wystąpienia szkód ze zwierzęcia GM podjął się Muir [32]. W przypadku organizmów zmodyfikowanych genetycznie ryzyko jest wynikiem prawdopodobieństwa (P) narażenia związanego z tym, czy transgen może się rozprzestrzenić (P narażenia) oraz szkody, jeśli transgen się rozprzestrzeni (P szkody/narażenia). Prawdopodobieństwo (P) ekspozycji składa się z co najmniej dwóch czynników. Pierwszym z nich jest prawdopodobieństwo, że osobnik wydostanie się poza zbiornik, rozproszy się i stanie się dziki (P ucieczki). Drugim czynnikiem jest zdolność samego transgenu do rozprzestrzeniania się w dzikiej populacji, gdy został już wprowadzony do organizmu zbiegłego zwierzęcia (P rozprzestrzenienia się transgenu/ucieczki). Tak więc ogólne równanie do oceny ryzyka wystąpienia szkód ze zwierzęcia GM ma postać:  $\text{ryzyko} = P(\text{szkody/narażenia}) \times P(\text{ucieczki}) \times P(\text{rozprzestrzenienie się transgenu/ucieczki})$  [32].

W związku z dążeniami producentów do poszerzania źródeł żywności o zwierzęta transgeniczne Organizacja Narodów Zjednoczonych do Spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) wyraża swoje obawy odnośnie do zdrowia ludzi, bioróżnorodności, dobrostanu zwierząt oraz komunikacji. Są to najważniejsze obszary ryzyka, które należy określić przed wykorzystywaniem zwierząt transgenicznych. Ponadto ryzyko związane ze stosowaniem GMO musi być analizowane i oceniane w sposób bardziej realistyczny i niezawodny niż do tej pory. Istnieje także pilna potrzeba zrównoważonych i dokładnych informacji na temat GMO, które powinny być rozpowszechniane wśród decydentów, hodowców akwakultury i ogółu społeczeństwa. W sprawie wykorzystywania GMO konieczne są regulacje prawne wynikające z rzetelnych i obiektywnych kryteriów [2].

Stanowisko wobec łososia AquaAdvantage zajął także Kongres USA. Delegacja Członków Kongresu z Alaski wyraziła dezaprobatę wobec zatwierdzenia przez FDA wniosku firmy AquaBounty. Członkowie Kongresu aktywnie wspierają konieczność etykietowania łososia GM, aby zapewnić, że konsumenci są świadomi tożsamości produktu. W 2015 roku Kongres Stanów Zjednoczonych przedstawił dwa projekty ustaw: „To amend the Federal Food, Drug, and Cosmetic Act to require labeling of genetically

engineered fish” (H.R. 393) [20] i “Genetically Engineered Salmon Risk Reduction Act” (S. 738) [47], w których wymaga się etykietowania łososia GM. Ponadto w kolejnych dwóch projektach ustaw: „Genetically Engineered Food Right-to-Know Act” (H.R. 913) [21] i “Genetically Engineered Food Right-to-Know Act” (S. 511) [46] sformułowano wymagania odnoszące się do etykietowania genetycznie zmodyfikowanych produktów spożywczych, w tym z łososia GM [52].

### **Znakowanie produktów spożywczych GM**

Żywność pochodząca z roślin i ze zwierząt zmodyfikowanych genetycznie musi spełniać te same wymagania, w tym wymagania bezpieczeństwa i oznakowania, jak w przypadku innych produktów spożywczych. FDA może wymagać dodatkowego etykietowania żywności pochodzącej ze źródeł zmodyfikowanych genetycznie tylko wtedy, gdy nastąpiła znacząca różnica (np. w profilu odżywczym lub we właściwościach funkcjonalnych) pomiędzy produktem zmodyfikowanym i odpowiednikiem niezmodyfikowanym. W przypadku łososia AquAdvantage nie wykazano takich różnic [16].

FDA przyznaje, że niektórzy konsumenci chcą wiedzieć, czy kupowany przez nich łosoś atlantycki jest produktem inżynierii genetycznej. W związku z tym przedstawiono projekt poradnika z przykładami dobrowolnych oświadczeń, które producenci żywności mogą umieszczać na etykietach produktów spożywczych lub składników żywności pochodzących z łososia AquAdvantage: "Genetycznie zmodyfikowany" lub "Ten pasztet został wykonany z łososia atlantyckiego wyprodukowanego przy użyciu nowoczesnej biotechnologii." Na etykiecie można również umieścić oświadczenie: "Ten łosoś atlantycki został genetycznie zmodyfikowany w ten sposób, że może osiągnąć masę rynkową szybciej niż jego niezmodyfikowany odpowiednik" [14].

### **Postawy konsumentów wobec żywności zmodyfikowanej genetycznie**

W Polsce akceptacja społeczna produktów pochodzenia transgenicznego jest dość niska. Jedną z przyczyn tego zjawiska jest brak rzeczowej informacji o korzyściach wynikających ze stosowania osiągnięć biotechnologii. Niewystarczająca jest również popularyzacja wiedzy o ewentualnych zagrożeniach związanych z użyciem organizmów zmodyfikowanych genetycznie oraz o środkach bezpieczeństwa, jakie są podejmowane przy wprowadzaniu do obrotu produktów GM [28].

Na podstawie danych literaturowych [7] w badanej populacji respondentów można wyróżnić trzy główne grupy w zakresie postaw wobec żywności zmodyfikowanej genetycznie: 1 – przeciwnicy żywności zmodyfikowanej lub pesymiści, 2 – tolerujący ryzyko lub poszukujący informacji, 3 – zwolennicy żywności zmodyfikowanej lub optymiści. Można stwierdzić, że w Stanach Zjednoczonych i niektórych krajach europejskich, m.in. w Hiszpanii, Portugalii i we Włoszech społeczeństwa są zasadniczo

bardziej tolerancyjne w stosunku do żywności zmodyfikowanej genetycznie i uważają, że korzyści związane z tą żywnością przewyższają potencjalnie ryzyko zdrowotne. W większości krajów europejskich, a zwłaszcza we Francji, w krajach skandynawskich, w Wielkiej Brytanii i w Niemczech konsumenci uważają, że korzyści związane z genetycznie zmodyfikowaną żywnością są niewystarczające, aby zniwelować potencjalne zagrożenie zdrowotne [7].

### **Zdrowie i dobrostan transgenicznych zwierząt gospodarskich**

Ocena bezpieczeństwa genetycznie zmodyfikowanych roślin przeprowadzana jest zgodnie z międzynarodowo zsynchronizowaną metodyką, podstawą której jest porównanie produktów GM z konwencjonalnymi, wyznaczające kolejne etapy oceny. Oczekuje się, że w niedalekiej przyszłości na różnych rynkach, początkowo nieeuropejskich, pojawią się również genetycznie modyfikowane zwierzęta stąd podjęto już międzynarodowe wysiłki zmierzające do ujednoczenia metodyki oceny bezpieczeństwa takich produktów, które zaowocowały już wydaniem stosownych rekomendacji w Codex Alimentarius. W ocenę modyfikacji genetycznych zaangażowano się w ramach projektu PEGASUS, finansowanego przez Unię Europejską. W ramach projektu zostanie rozpatrzone postrzeganie zwierząt genetycznie zmodyfikowanych, korzyści i zagrożenia związane z ich wykorzystaniem oraz perspektywy rozwoju z punktu widzenia nauk socjologicznych i przyrodniczych [27].

W literaturze przedmiotu brak jest wyczerpujących danych na temat skutków transgenezy i technologii wykorzystywanych w procesie tworzenia transgenicznych zwierząt gospodarskich (np. wpływ transferu jądra komórki somatycznej na dobrostan zwierząt). Obecny stan wiedzy na temat zagrożeń dotyczących dobrostanu zwierząt transgenicznych wynika z niejednoznacznych doświadczeń lub prowadzonych na małą skalę [1, 36, 56]. Systematyczne badania nad dobrostanem zwierząt gospodarskich poddanych transgenezie mogą przyczynić się zarówno do poprawy bezpieczeństwa samych metod, jak również selekcji i rozmnażania zwierząt zdrowych, a tym samym umożliwić postęp technologiczny [55].

### **Podsumowanie**

Rozwój inżynierii genetycznej pozwolił na wyhodowanie zwierząt genetycznie zmodyfikowanych, wykorzystywanych głównie w medycynie jako modele w badaniu chorób człowieka. Postęp transgenezy zwierząt gospodarskich jest wolniejszy, a zdecydowana większość prac jest dopiero na etapie badań. Jednym z głównych celów genetycznej modyfikacji zwierząt, ważnych gospodarczo, jest poprawa właściwości fizykochemicznych mleka (w tym udział poszczególnych frakcji kazeiny). Udoskonalono również skład wieprzowiny poprzez zwiększenie ogólnej masy mięśniowej świń, zmieniono także skład tłuszczu mięśniowego w kierunku zmniejszenia spożycia tłuszczu.

czów nasyconych, a zwiększenia spożycia tłuszczów nienasyconych. Przykładem zmodyfikowanego produktu jest transgeniczny łosoś AquAdvantage. Konieczny jest rozwój odpowiednich narzędzi do oceny ryzyka i prowadzenie dalszych, pogłębionych badań dotyczących wpływu na zdrowie oraz oddziaływania na środowisko i oceny skutków społecznych. Akceptacja społeczna żywności wytworzonej na bazie produktów transgenicznych jest dość mała. Jedną z przyczyn tego zjawiska jest brak rzeczowej informacji o korzyściach płynących z osiągnięć biotechnologii. Niewystarczająca jest również popularyzacja wiedzy o ewentualnych zagrożeniach związanych z użyciem organizmów genetycznie zmodyfikowanych oraz o środkach bezpieczeństwa, jakie są podejmowane przy wprowadzaniu do obrotu produktów GM. Konieczne jest prowadzenie debat publicznych przy wykorzystaniu do tego celu środków masowego przekazu i upowszechnianie wiedzy o organizmach genetycznie zmodyfikowanych.

### Literatura

- [1] Anioł A., Bujak H., Dalbiak A., Giżyński M., Głowacka B., Linkiewicz A., Oleszczuk S., Rybak J., Sawicka-Sienkiewicz E., Sowa S., Twardowski T., Zimny J., Zimny T., Narkiewicz-Jodko J., Połanecki P., Wiąckowski S., Żarski T.: Organizmy genetycznie zmodyfikowane. Materiały szkoleniowe. Projekt realizowany dla Ministerstwa Środowiska i Centrum Informacji o Środowisku. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Wielkopolski, Poznań 2007, ss. 35-89.
- [2] Beardmore J.A., Porter J.S.: Genetically modified organisms and aquaculture. FAO Fisheries Circular No 989. Rome 2003, pp. 1-40.
- [3] Benessia A., Barbiero G.: The impact of genetically modified salmon: From risk assessment to quality evaluation. *Visions for Sustainability*, 2015, **3**, 35-61.
- [4] Bodnar A.: Risk assessment and mitigation of AquAdvantage salmon. *Infor. Syst. Biotechnol.*, 2010, **Spec. Issue**, 1-7.
- [5] Bolstad E.: Activists fight FDA approval of AquaBounty's genetically engineered salmon. [on line]. McClatchy Newspapers. Dostęp w Internecie [05.03.2013]: <http://www.mcclatchydc.com/news/nation-world/national/article24745840.html>
- [6] Brophy B., Smolenski G., Wheeler T., Wells D., L'Huillier P., Laible G.: Cloned transgenic cattle produce milk with higher levels of  $\beta$ -casein and  $\kappa$ -casein. *Nat. Biotechnol.*, 2003, **21** (2), 157-162.
- [7] Costa-Font M., Gil J.M., Traill W.B.: Consumer acceptance, valuation of and attitudes towards genetically modified food: Review and implications for food policy. *Food Policy*, 2008, **33**, 99-111.
- [8] Denning C., Burl S., Ainslie A., Bracken J., Dinnyes A., Fletcher J., King T., Ritchie M., Ritchie W.A., Rollo M., De Sousa P., Travers A., Wilmut I., Clark A.J.: Deletion of the  $\alpha$ (1,3)galactosyl transferase (GGTA1) gene and the prion protein (PrP) gene in sheep. *Nat. Biotechnol.*, 2001, **19**, 559-562.
- [9] Devlin R.H., Biagi C.A., Yesaki T.Y.: Growth, viability and genetic characteristics of GH transgenic coho salmon strains. *Aquaculture*, 2004, **236**, 607-632.
- [10] Duan B., Cheng L., Gao Y., Yin F.X., Su G.H., Shen Q.Y., Liu K., Hu X., Liu X., Li G.P.: Silencing of fat-1 transgene expression in sheep may result from hypermethylation of its driven cytomegalovirus (CMV) promoter. *Theriogenology*, 2012, **78** (4), 793-802.
- [11] FDA: AquAdvantage salmon fact sheet. [on line]. Dostęp w Internecie [01.04.2016]: <http://www.fda.gov/AnimalVeterinary/DevelopmentApprovalProcess/GeneticEngineering/GeneticallyEngineeredAnimals/ucm473238.htm>
- [12] FDA: Briefing packet: AquAdvantage Salmon. [on line]. Veterinary Medicine Advisory Committee. Dostęp w Internecie [01.04.2016]:

- <http://www.fda.gov/downloads/AdvisoryCommittees/CommitteesMeetingMaterials/VeterinaryMedicineAdvisoryCommittee/UCM224762.pdf>
- [13] FDA: Freedom of information summary. Original new animal drug application. NADA 141-454. [on line]. Dostęp w Internecie [01.04.2016]: <http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/DevelopmentApprovalProcess/GeneticEngineering/GeneticallyEngineeredAnimals/UCM466215.pdf>
- [14] FDA: Draft guidance for industry: Voluntary labeling indicating whether food has or has not been derived from genetically engineered Atlantic salmon. [on line]. Dostęp w Internecie [01.04.2016]: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ucm469802.htm>
- [15] FDA: Finding of no significant: AquAdvantage Salmon. [on line]. Dostęp w Internecie [01.04.2016]: <http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/DevelopmentApprovalProcess/GeneticEngineering/GeneticallyEngineeredAnimals/UCM466219.pdf>
- [16] FDA: Questions and answers on FDA's approval of AquAdvantage salmon. [on line]. Dostęp w Internecie [01.04.2016]: <http://www.fda.gov/AnimalVeterinary/DevelopmentApprovalProcess/GeneticEngineering/GeneticallyEngineeredAnimals/ucm473237.htm>
- [17] Forabosco F., Löhmus M., Rydhmer L., Sundström L.F.: Genetically modified farm animals and fish in agriculture: A review. *Livestock Sci.*, 2013, **153** (1-3), 1-9.
- [18] Ganga R., Tibbetts S.M., Wall C.L., Plouffe D.A., Bryenton M.D., Peters A.R., Runighan C.D., Buchanan J.T., Lall S.P.: Influence of feeding a high plant protein diet on growth and nutrient utilization to combined 'all-fish' growth-hormone transgenic diploid and triploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 2015, **446**, 272-282.
- [19] Gordon J.W., Scangos G.A., Plotkin D.J., Barbosa J.A., Ruddle F.H.: Genetic transformation of mouse embryos by microinjection of purified DNA. *PNAS*, 1980, **77**, 7380-7384.
- [20] H.R.393. To amend the federal food, drug, and cosmetic act to require labeling of genetically engineered fish. [on line]. Dostęp w Internecie [01.04.2016]: <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/393>
- [21] H.R.913. Genetically engineered food right-to-know act. [on line]. Dostęp w Internecie [01.04.2016]: <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/913>
- [22] Hammer R.E., Pursel V.G., Rexroad Jr C.E., Wall R.J., Bolt D.J., Ebert K.M., Palmiter R.D., Brinster R.L.: Production of transgenic rabbits, sheep and pigs by microinjection. *Nature*, 1985, **315** (6021), 680-683.
- [23] Houdebine L.M.: Production of pharmaceutical proteins by transgenic animals. *Compar. Immunol., Microbiol. Infect. Diseases*, 2009, **32** (2), 107-121.
- [24] Huang J., Xiong Y., Li T., Zhang L., Zhang Z., Zuo B., Xu D., Ren Z.: Ectopic overexpression of swine PPAR $\gamma$ 2 upregulated adipocyte genes expression and triacylglycerol in skeletal muscle of mice. *Transgenic Res.*, 2012, **21** (6), 1311-1318.
- [25] Jost B., Vilotte J.L., Duluc I., Rodeau J.L., Freund J.N.: Production of low-lactose milk by ectopic expression of intestinal lactase in the mouse mammary gland. *Nat. Biotechnol.*, 1999, **17** (2), 160-164.
- [26] Kang J.X., Wang J., Wu L., Kang Z.B.: Transgenic mice: Fat-1 mice convert n-6 to n-3 fatty acids. *Nature*, 2004, **427** (6974), 504.
- [27] Kleter G.A., Kok E.J.: Safety assessment of biotechnology used in animal production, including genetically modified (GM) feed and GM animals – A review. *Animal Sci. Pap. Rep.*, 2010, **28** (2), 105-114.
- [28] Kosicka-Gębska M., Gębski J.: Oczekiwania i obawy związane z wprowadzeniem do obrotu produktów i żywności pochodzących z modyfikacji genetycznych. *Zesz. Nauk. SGGW w Warszawie – Probl. Roln. Świat.*, 2009, **9** (24), 65-76.
- [29] Kues W.A., Niemann H.: The contribution of farm animals to human health. *Trends Biotechnol.*, 2004, **22** (6), 286-294.

- [30] Lai L., Kang J.X., Li R., Wang J., Witt W.T., Yong H.Y., Hao Y., Wax D.M., Murphy C.N., Rieke A., Samuel M., Linville M.L., Korte S.W., Evans R.W., Starzl T.E., Prather R.S., Dai Y.: Generation of cloned transgenic pigs rich in omega-3 fatty acids. *Nat. Biotechnol.*, 2006, **24** (4), 435-436.
- [31] Mozdziak P.E., Petite J.N.: Transgenic animal technology and meat quality. In: *Meat Quality: Genetic and Environmental Factors*. Eds. W. Przybylski, D. Hopkins. CRC Press, Boca Raton 2015, pp. 415-427.
- [32] Muir W.M.: The threats and benefits of GM fish. *EMBO reports*, 2004, **5** (7), 654-659.
- [33] Niemann H., Kues W., Carnwath J.W.: Transgenic farm animals: Present and future. *Rev. Sci. Technol.*, 2005, **24** (1), 285-298.
- [34] Noah L.: Whatever happened to the 'frankenfish'? The FDA's foot-dragging on transgenic salmon. *Maine Law Rev.*, 2013, **65**, 232-251.
- [35] Oakes J.D., Higgs D.A., Eales J.G., Devlin R.H.: Influence of ration level on the growth performance and body composition of non-transgenic and growth-hormone-transgenic coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 2007, **265**, 309-324.
- [36] Ormandy E.H., Dale J., Griffin G.: Genetic engineering of animals: Ethical issues, including welfare concerns. *Can. Vet. J.*, 2011, **52** (5), 544-550.
- [37] Pan D., Zhang L., Zhou Y., Feng Ch., Long Ch., Liu X., Wan R., Zhang J., Lin A., Dong E., Wang S., Xu H., Chen H.: Efficient production of omega-3 fatty acid desaturase (sFat-1)-transgenic pigs by somatic cell nuclear transfer, 2010, *Sci. China Life Sci.*, **53** (4), 517-523.
- [38] Petite J.N., Mozdziak P.E.: Production of transgenic poultry. In: *Transgenic Animal Technology: A Laboratory Handbook*. 2<sup>nd</sup> ed. Ed. C.A. Pinkert. Academic Press, Rochester, New York, USA, 2002, pp. 279-306.
- [39] Pfeifer A.: Lentiviral transgenesis – A versatile tool for basic research and gene therapy. *Curr. Gene Ther.*, 2006, **6** (4), 535-542.
- [40] Pinkert C.A.: *Transgenic Animal Technology: A Laboratory Handbook*. 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press, Rochester, New York, USA, 2002.
- [41] Pursel V.G., Wall R.J., Mitchell A.D., Elsasser T.H., Solomon M.B., Coleman M.E., Mayo F., Schwartz R.J.: Expression of insulin-like growth factor-I in skeletal muscle of transgenic pigs. In: *Transgenic Animals in Agriculture*. Eds. J.D. Murray, G.B. Anderson, A.M. Oberbauer, M.M. McGloughlin. CABI Publishing, New York 1999, pp. 131-144.
- [42] Pursel V.G., Mitchell A.D., Bee G., Elsasser T.H., McMurtry J.P., Wall R.J., Coleman M.E., Schwartz R.J.: Growth and tissue accretion rates of swine expressing an insulin-like growth factor I transgene. *Anim. Biotechnol.*, 2004, **15** (1), 33-45.
- [43] Qin Y., Chen H., Zhang Y., Zhu C., Gao B., Yin Y., Li W., Shi Q., Zheng M., Xu Q., Song J., Li B.: Cloning of the Xuhuai goat PPAR $\gamma$  gene and the preparation of transgenic sheep. *Biochem. Genet.*, 2013, **51** (7), 543-553.
- [44] Quinn L.S., Anderson B.G., Strait-Bodey L., Stroud A.M., Argiles J.M.: Oversecretion of interleukin-15 from skeletal muscle reduces adiposity. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 2009, **296**, 191-202.
- [45] Roorda B.D., Hesselink M.K., Schaart G., Moonen-Kornips E., Martínez-Martínez P., Losen M., De Baets M.H., Mensink R.P., Schrauwen P.: DGAT1 overexpression in muscle by *in vivo* DNA electroporation increases intramyocellular lipid content. *J. Lipid Res.*, 2005, **46**, 230-236.
- [46] S.511. Genetically engineered food right-to-know act. [on line]. Dostęp w Internecie [01.04.2016]: <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/senate-bill/511>
- [47] S.738. Genetically engineered salmon risk reduction act. [on line]. Dostęp w Internecie [01.04.2016]: <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/senate-bill/738>
- [48] Saeki K., Matsumoto K., Kinoshita M., Suzuki I., Tasaka Y., Kano K., Taguchi Y., Mikami K., Hirabayashi M., Kashiwazaki N., Hosoi Y., Murata N., Iritani A.: Functional expression of a Delta12 fatty acid desaturase gene from spinach in transgenic pigs. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2004, **101** (17), 6361-6366.
- [49] Solomon M.B., Pursel V.G., Paroczay E.W., Bolt D.J.: Lipid composition of carcass tissue from transgenic pigs expressing a bovine growth hormone gene. *J. Anim. Sci.*, 1994, **72** (5), 1242-1246.



- [50] Stinnakre M.G., Vilotte J.L., Soulier S., Mercier J.C.: Creation and phenotypic analysis of  $\alpha$ -lactalbumindeficient mice. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1994, **91** (14), 6544-6548.
- [51] Tibbetts S.M., Wall C.L., Barbosa-Solomieu V., Bryenton M.D., Plouffe D.A., Buchanan J.T., Lall S.P.: Effects of combined 'all-fish' growth hormone transgenics and triploidy on growth and nutrient utilization of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed a practical grower diet of known composition. Aquaculture, 2013, **406/407**, 141-152.
- [52] Upton H.F., Cowan T.: Genetically Engineered Salmon. Congressional Research Service, 2015.
- [53] Van Eenennaam A., Olin G.: Careful risk assessment needed to evaluate transgenic fish. Cal. Agric., 2006, **3** (60), 126-131.
- [54] Van Eenennaam A.L., Muir W.M.: Transgenic salmon: A final leap to the grocery shelf? Nat. Biotechnol., 2011, **29** (8), 706-710.
- [55] Van Reenen C.G., Meuwissen T.H., Hopster H., Oldenbroek K., Kruip T.H., Blokhuis H.J.: Transgenesis may affect farm animal welfare: A case for systematic risk assessment. J. Anim. Sci., 2001, **79** (7), 1763-1779.
- [56] Van Reenen C.G.: Assessing the welfare of transgenic farm animals. In: Genetic Engineering in Livestock. New Applications and Interdisciplinary Perspectives. Eds. M. Engelhard, K. Hagen, M. Boysen. Springer-Verlag, Berlin 2009, pp. 119-143.
- [57] Wang W., Guo X.M., Wang J., Lai S.J.: Product fat-1 transgenic simmental cattle endogenously synthesizing omega-3 polyunsaturated fatty acid using OSM. J. Anim. Vet. Adv., 2012, **11**, 1041-1045.
- [58] Wheeler M.B., Bleck G.T., Donovan S.M.: Transgenic alteration of sow milk to improve piglet growth and health. Reproduction, 2001, **58**, 313-324.
- [59] Xu Q., Feng C.Y., Hori T.S., Plouffe D.A., Buchanan J.T., Rise M.L.: Family-specific differences in growth rate and hepatic gene expression in triploid growth hormone (GH) transgenic Atlantic salmon (*Salmo salar*). Comp. Biochem. Physiol. Part D 8 Genomics Proteomics, 2013, **8** (4), 317-333.
- [60] Yang X., Tian X.C., Kubota C., Page R., Xu J., Cibelli J., Seidel G Jr.: Risk assessment of meat and milk from cloned animals. Nat. Biotechnol., 2007, **25**, 77-82.
- [61] Yong H.Y., Hao Y., Lai L., Li R., Murphy C.N., Rieke A., Wax D., Samuel M., Prather R.S.: Production of a transgenic piglet by a sperm injection technique in which no chemical or physical treatments were used for oocytes or sperm. Mol. Reprod. Dev., 2006, **73** (5), 595-599.
- [62] Zhou Y., Lin Y., Wu X., Feng C., Long C., Xiong F., Wang N., Pan D., Chen H.: The high-level accumulation of n-3 polyunsaturated fatty acids in transgenic pigs harboring the n-3 fatty acid desaturase gene from *Caenorhabditis briggsae*. Transgenic Res., 2014, **23** (1), 89-97.
- [63] Zwierzchowski L.: Nowe właściwości zwierząt modyfikowanych genetycznie. W: GMO w świetle najnowszych badań. Red. K. Niemirowicz-Szczytt. Wyd. SGGW, Warszawa 2012, ss. 87-122.

## GENETIC MODIFICATIONS OF FOOD DERIVED FROM ANIMALS

### Summary

The paper presents the methods of obtaining transgenic animals and the purposes of genetic modifications with particular emphasis on the modifications of chemical composition and nutritional value of milk as well as on the modifications related to slaughter quality traits and quality of meat and fat. In November 2015, the American Food and Drug Administration (FDA) approved the production, sale, and consumption of genetically modified Atlantic AquAdvantage salmon characterized by a faster rate of growth and a better utilization of feed than its unmodified counterpart. AquAdvantage salmon is identical to Atlantic salmon, which is characterized in the FDA's Reference Fish Encyclopaedia. As part of the safety evaluation, it was found that the nutritional profile of both salmon is comparable. In the paper, there are presented the principles of labelling the genetically modified products as are consumer attitudes towards genetically modified foods. Health and welfare of transgenic livestock is also described. It is imperative to

develop appropriate tools to assess health risks and to continue more in-depth research studies on the effects of genetically modified animals on health and on their impacts on environment. There is a need to disseminate knowledge about genetically modified foods, which will certainly be accompanied by methodological progress and setting goals with real practical application. This is particularly important in the context of society's attitudes towards genetically modified organisms (GMOs).

**Key words:** transgenic animals, AquAdvantage salmon, food safety of genetically modified foods, labeling of genetically modified foods ☒

MAREK ADAMSKI, JOANNA KUCHARSKA-GACA, JOANNA KUŹNIACKA,  
EMILIA KOWALSKA, RAFAŁ CZARNECKI

## WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA WYDAJNOŚĆ RZEŻNĄ I JAKOŚĆ MIĘSA GĘSIEGO

### Streszczenie

W pracy dokonano przeglądu wyników badań dotyczących wpływu wybranych czynników na wydajność rzeźną i jakość mięsa gęsi o różnym pochodzeniu. W opracowaniu uwzględniono gęsi: Białe Kozłudzkie<sup>®</sup>, Zatorskie, Biłgorajskie, Lubelskie, Kieleckie, Podkarpackie, Garbonose, Pomorskie, Suwalskie, Rypińskie, Kubańskie, Białe Włoskie. Badacze wykazali, że skład chemiczny oraz właściwości mięsa gęsiego zależą istotnie od czynników genetycznych, płci, wieku a także od żywienia ptaków w okresie odchowu. Genotyp jest czynnikiem, który determinuje większość cech dysekcyjnych tuszki i wskaźników jakościowych mięsa. Żywienie różnicuje masę ciała, wydajność rzeźną i udział poszczególnych elementów tuszki oraz podstawowy skład chemiczny mięsa. Czynnikiem ten oddziałuje również na zawartość tłuszczu w tuszce i skład kwasów tłuszczowych. Wraz z wiekiem następuje istotny wzrost: masy ciała, udziału mięśni piersiowych i tłuszczu sadelkowego w tuszce oraz udziału kwasów monoenowych w mięśniach piersiowych. W badaniach nad oddziaływaniem płci wykazano, że czynnik ten wpływa przede wszystkim na masę ciała, wydajność rzeźną, udział mięśni w tuszce, zawartość skóry z tłuszczem podskórnym oraz na zawartość tłuszczu sadelkowego w masie tuszki.

**Słowa kluczowe:** gęś, żywienie, genotyp, wiek, jakość mięsa

### Wprowadzenie

Polska jest jednym z czołowych producentów mięsa gęsiowego w Europie. Chów i hodowla gęsi jest wpisana w polską tradycję i na przestrzeni lat mięso gęsie uznano za specjalność krajowego rolnictwa. O specyfice chowu tych ptaków może świadczyć liczba ras i odmian rodzimych objętych programem ochrony zasobów genetycznych.

---

*Dr hab. inż. M. Adamski, prof. nadzw., mgr inż. J. Kucharska-Gaca, dr J. Kuźniacka, mgr inż. E. Kowalska, mgr inż. R. Czarnecki, Katedra Hodowli Drobiu i Oceny Surowców Zwierzęcych, Wydz. Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz. Kontakt: joakuc000@utp.edu.pl*

W stacji Ochrony Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego w Dworzyskach, należących do Instytutu Zootechniki – Państwowego Instytutu Badawczego w Krakowie, utrzymywane są gęsi odmian regionalnych północnych i południowych: Pomorskie (Po), Kartuskie (Ka), Rypińskie (Ry), Suwalskie (Su), Kieleckie (Ki), Podkarpackie (Pd), Lubelskie (Lu) oraz Garbonose (Ga) [2, 16, 22, 23, 30, 35]. W zasobach Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie utrzymuje się gęsi Zatorskie (ZD-1), a Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu i w prywatnym gospodarstwie na Lubelszczyźnie – gęsi Biłgorajskie (Bi).

Obecnie ponad 95 % populacji gęsi w naszym kraju stanowią gęsi Białe Kołudzkie® (W33 i W11), wyprowadzone z gęsi Białej Włoskiej w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Zootechniki w Kołudzie Wielkiej. Do produkcji towarowej przeznaczają się najczęściej mieszańce W31, które wyróżniają dobre umięśnienie, odpowiednie otłuszczenie, a przede wszystkim dobra żywotność i odporność na niekorzystne warunki środowiskowe [7].

Przy ocenie jakości mięsa drobiowego zwraca się uwagę na wartość odżywczą, technologiczną i cechy sensoryczne. Natomiast tuszkę ocenia się pod względem: stopnia umięśnienia, masy poszczególnych elementów kulinarnych, otłuszczenia i wyglądu zewnętrznego [4, 14, 16, 20]. W literaturze opisano wiele czynników determinujących cechy jakościowe tuszki i mięsa gęsiego. Można je podzielić na: czynniki długoterminowe i krótkoterminowe. Do czynników długoterminowych zalicza się m.in. genotyp, żywienie, wiek, płeć i warunki środowiska, a do krótkoterminowych – postępowanie z ptakami od zakończenia odchowu lub tuczu do momentu uboju (głodzenie, chwytanie, załadunek itd.) [23].

Celem niniejszej pracy było przedstawienie wyników badań przeprowadzonych na gęsiach utrzymywanych w kraju z uwzględnieniem czynników długoterminowych: genotypu, wieku, płci oraz żywienia, kształtujących wartość rzeźną i jakość mięsa.

## Genotyp

Genotyp warunkuje masę ciała, wydajność rzeźną, udział poszczególnych elementów w tuszce a także skład chemiczny mięsa. W licznych badaniach potwierdzono istotne różnice w budowie tuszki i jakości mięsa między rodami czy odmianami tego samego gatunku [12, 16, 23, 29, 30, 32]. Badania prowadzone na gęsiach Ki, Pd, Su i Ka potwierdziły wpływ genotypu na kształtowanie się wymiarów ciała ptaków. Przykładowo po 24 tygodniach odchowu gęsi odmian północnych uzyskały większe wymiary ciała niż odmiany południowe. Najbardziej zróżnicowany był obwód klatki piersiowej, największy u Ka (41,1 cm), a najmniejszy u Ki (38,6 cm). Grubość mięśni piersiowych gęsi Ka wynosiła 2,1 cm. Pozostałe odmiany charakteryzowały się grubością mięśnia piersiowego w granicach 1,9 ÷ 2,2 cm [21].

Tabela 1. Średnia masa ciała przed ubojem, wydajność rzeźna i udział mięśni oraz tłuszczu w masie tuszki 17-tygodniowych gęsi

Table 1. Average body weight before slaughter, slaughter yield, and percentage content of muscles and fat in total weight of carcasses of 17-week-old geese

System żywienia Feeding system	Gęsi Geese	Masa ciała przed ubojem [g] Body weight before slaughter [g]	Wydajność rzeźna [%] Slaughter yield [%]	Udział w tuszce Proportion in carcass of [%]		
				mięśni piersiowych breast muscles	mięśni nóg leg muscles	skóry z tłuszczem podskórnym skin with subcutaneous fat
Gęsi tuczone owsem Oats-fed geese	W11	6385,0	65,4	16,7	15,7	12,0
	W33	6583,0	65,4	17,9	15,9	11,0
	W31	6706,0	66,1	16,3	13,6	23,8
	Biłgorajska (Bi)	4306,0	63,4	17,2	17,5	-
	Zatorska (ZD-1)	5554,5	64,8	16,7	17,6	24,8
Gęsi żywione intensywnie Intensively-fed geese	W31*	6590,0	62,3	17,6	16,2	21,2
	Rypińska (Ry)	4457,0	57,3	19,7	15,8	20,5
	Kartuska (Ka)	4936,0	58,7	19,9	15,8	20,8
	Suwalska (Su)	4712,0	57,8	19,2	16,3	20,5
	Lubelska (Lu)	4315,0	58,4	20,4	16,7	19,5
	Kielecka (Ki)	4087,0	57,5	21,9	16,4	17,5
	Podkarpacka (Pd)	4157,0	57,1	20,2	17,0	19,0

W11, W33, W31 – gęś Biała Kołudzka<sup>®</sup> / White Kołudzka<sup>®</sup> goose

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [22, 23, 37] / the authors' own study based on [22, 23, 37]

Na podstawie danych z tab. 1. można stwierdzić, że po tuczu owsem największą masę ciała i wydajność rzeźną osiągnęły gęsi W31, natomiast najmniejszą – Bi. Największy udział mięśni piersiowych i nóg odnotowano w tuszkach gęsi Bi, natomiast najmniejszy – w tuszkach gęsi W31. Przy żywieniu intensywnym największą masę ciała i wydajność rzeźną uzyskały również gęsi W31. Tuszki odmian regionalnych w porównaniu z mieszańcami towarowymi W31 osiągnęły mniejszą wydajność rzeźną. Z uwagi na udział mięśni piersiowych w tuszce odmiany regionalne charakteryzują się dużym, chociaż niejednakowym udziałem tych mięśni. Pod tym względem gęsi można uszeregować w kolejności: Ki < Lu < Pd < Ka < Ry < Su < W31 [16]. Największy udział mięśni nóg cechował gęsi Pd i Lu. Duży udział skóry z tłuszczem podskórnym uzyskały gęsi W31 (niezależnie od sposobu żywienia) [18, 32]. Kapkowska i wsp. [18] porównali gęsi W31 oraz ZD-1 i uzyskali podobne wyniki. Mieszańce towarowe W31 charakteryzowały większe: masa ciała i masa skóry z tłuszczem podskórnym oraz wy-

dajność rzeźna. W przedstawionych badaniach autorzy zaobserwowali jednak większą zawartość mięśni piersiowych w tuszkach gęsi W31 w porównaniu z ZD-1.

Porównano jakość tuszek gęsi pochodzących ze stad objętych programem ochrony zasobów genetycznych i wykazano, że gęsi odmian północnych: Ka, Ry i Su charakteryzowała średnia większa masa ciała niż odmian południowych: Lu, Ki, Pd (tab. 1). Wydajność poubojowa oraz udział poszczególnych elementów dysekcyjnych w masie tuszki były porównywalne u odmian północnych i południowych [21, 23]. W innych badaniach, prowadzonych na gęsiach krajowych odmian południowych (Lu, Ki, Pd) odchowanych do 19 tygodni, stwierdzono, że gęsi Pd charakteryzowała największa wydajność rzeźna (liczona z podrobami – 75,7 %) oraz udział mięśni piersiowych i nóg (35,9 %) [12].

W zależności od genotypu gęsi obserwowano również różnice w podstawowym składzie chemicznym mięsa, a w szczególności w zakresie zawartości białka i lipidów oraz profilu kwasów tłuszczowych [14, 21, 32]. W badaniach, w których porównano skład chemiczny mięśni piersiowych i nóg odmian gęsi południowych (Ki i Pd) i północnych (Ka i Su), oznaczono większą zawartość białka w mięśniach gęsi odmian południowych. Natomiast mięśnie (piersiowe i nóg) Ka i Su charakteryzowała mniejsza zawartość tłuszczu [21]. Puchajda-Skowrońska i wsp. [32] stwierdzili, że mięśnie nóg W31 charakteryzuje mniejsza zawartość białka, a większa – lipidów w porównaniu z Bi.

W badaniach gęsi Ga i Ry wykazano, że mięśnie piersiowe Ga odznaczały się większą zawartością wody, a mniejszą – tłuszczu w porównaniu z Ry. Ponadto w badaniach stwierdzono, że białka mięśni gęsi Ry odznaczały się większą ogólną zawartością aminokwasów egzogennych i wyższą wartością zintegrowanego wskaźnika aminokwasów niezbędnych (EAAI) niż białka mięśni Ga [29].

Gęsi charakteryzuje stosunkowo duże otłuszczenie, a skłonność do odkładania tłuszczu przez te ptaki jest ich cechą charakterystyczną. Tłuszcz gęsi odznacza się dobrą wartością żywieniową z uwagi na dużą przyswajalność (93 %) i stosunkowo dużą zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA) [7]. Otłuszczenie gęsi zmienia się m.in. w zależności od genotypu [7, 14]. Karpińska i wsp. [19] stwierdzili, że w tuszkach brojlerów W31 skóra z tłuszczem stanowi 28,4 %, natomiast W11 – 23,4 %. W badaniach prowadzonych na rodach i mieszańcach międzyrodowych gęsi Białych Włoskich (W11, W33, W13 i W31) wykazano, że największą zawartością lipidów w mięśniach piersiowych cechuje się ród W11 [19]. Genotyp warunkuje również zawartość jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Lipidy mięśni piersiowych gęsi Ga zawierały więcej kwasów: C14:0, C16:0 oraz wielonienasyconych (PUFA) w porównaniu z lipidami mięśni piersiowych Ry. Lipidy tłuszczu sadełkowego gęsi Ry cechowała większa zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych. W przy-

padku mięśni nóg większą zawartość kwasów C14:0, C22:6n-3, C18:1n-9 stwierdzono w lipidach gęsi Ry niż Ga [27, 28].

Genotyp wpływa również na właściwości fizykochemiczne mięsa. Z przeprowadzonych badań stad objętych programem ochrony zasobów genetycznych wynika, że mięso gęsi regionalnych wykazuje dużą przydatność do produkcji wartościowego surowca z uwagi na korzystną wodochłonność oraz pH<sub>24</sub>. Mazanowski i Kisiel [21] stwierdzili, że pH<sub>24</sub> mięsa gęsi Ki, Pd, Su, Ka kształtuje się na poziomie 5,9 ÷ 6,3, a wodochłonność wynosi 25,5 ÷ 30,7 %. Spośród wymienionych odmian najmniejszą wodochłonnością mięsa cechują się gęsi Pd.

Okruszek i wsp. [26] porównali właściwości funkcjonalne mięsa gęsi Ka oraz Su i dowiedli, że genotyp oddziałuje na tempo zmian wartości pH i parametrów barwy L\*, a\*, b\* oraz przewodnictwa elektrycznego (EC). Wyższe wartości pH<sub>15</sub>, pH<sub>30</sub> i pH<sub>45</sub> oraz niższe przewodnictwo elektryczne stwierdzono w mięśniach gęsi Ka niż Su. Ponadto odnotowano większe różnice między wartościami pH mierzonymi po 15 min i po 24 h od uboju w mięśniach gęsi Ka w porównaniu z Su, co świadczy o szybszym tempie zmian poubojowych [26]. W zakresie barwy wykazano, że istotnie wyższą wartością parametru L\*, mierzonego 15, 30 i 45 min po uboju, a jednocześnie mniejszymi wartościami parametru a\* (15 min – 24 h) odznaczały się mięśnie gęsi Ka niż Su [25, 26].

Struktura mięśni decyduje o właściwościach sensorycznych i jest uwarunkowana genotypem. Wpływ genotypu na strukturę mięśni został potwierdzony w badaniach stad gęsi zagranicznych: Sł (słowackich), Re (reńskich), Ro (romańskich) i rodzimych: Lu, Ki, Pd, Su, Ry, Ka, Po, Ga. Średnica włókien mięśni piersiowych (bez podziału na białe i czerwone) kształtowała się w przedziale 19,23 ÷ 23,55 μm. Największą średnicę włókien mięśni piersiowych zmierzono w tuszkach gęsi Sł, natomiast najmniejszą – w mięśniach Re. Pod względem średnicy włókien mięśniowych nóg (19,36 ÷ 22,36 μm) największą wartością charakteryzowały się mięśnie gęsi Ka, zaś najmniejszą – Ry [36]. Gumułka i wsp. [15] porównali mikrostrukturę mięśni piersiowych i nóg W31 oraz ZD-1. Stwierdzili mniejszy udział włókien mięśniowych typu I oraz większą zawartość włókien typu IIB w przypadku gęsi W31. Średnica włókien mięśni piersiowych i nóg (IIB i I) badanych gęsi była zbliżona (nie odnotowano różnic statystycznie istotnych) [15].

### **Wiek i płeć**

Jakość mięsa zmienia się w miarę wzrostu ptaków. Wraz z wiekiem zwiększa się masa ciała gęsi (tab. 2) [8, 11, 23]. Największe przyrosty masy ciała W31 odnotowywano do 17. tyg. życia, między 17. a 24. tyg. tempo przyrostów znacznie zmalało [23]. Gęsi kubańskie (Ku) wykazywały istotny przyrost masy mięśni i skóry do 12. tygo-

dnia, tłuszczu podskórnego – między 10. a 13. tyg., a tłuszczu międzymięśniowego – w 11. tyg. [8].

Na podstawie tempa wzrostu tkanek i narządów oraz zawartości składników jadalnych i niejadalnych w tuszce gęsi W31 do 12. tyg. życia stwierdzono, że wraz z wiekiem wzrastała zawartość składników jadalnych, a malała – niejadalnych. Udział tkanki mięśniowej zwiększał się do 10. tyg. życia ptaków. W 12. tyg. odchowu udział mięśni piersiowych w całkowitej masie mięśni wzrósł (do 26 %), natomiast mięśni nóg – zmalał (o 34 %). Ponadto wykazano, że masa skóry z tłuszczem podskórnym wraz z wiekiem zwiększała się, przy czym jej udział w tuszce utrzymywał się na zbliżonym poziomie (19,1 ÷ 19,6 %). Podobnie zawartość części kostnych nie zmieniała się i wynosiła 11,9 ÷ 11,5 %. Wraz z wiekiem wzrastała masa (15,1 ÷ 205,1 g) i udział tłuszczu sadelkowego (1,6 ÷ 4,0 %) [24].

Tabela 2. Masa ciała wydajność rzeźna i skład tkankowy gęsi mieszańców W31 obojga płci w zależności od wieku

Table 2. Body weight, slaughter yield, and tissue composition of W31 geese of both sexes depending on age

Wiek [tyg.] Age [week]	Masa ciała [g] Body weight [g]	Masa tuszeki [g] Carcass weight [g]	Wydajność rzeźna [%] Slaughter yield [%]	Udział w tuszce z szyją [%] Proportion in carcass with neck of [%]				
				mięśni piersiowych breast mus- cles	mięśni nóg leg muscles	mięśni piersiowych i nóg breast and leg muscles	skóry z tłuszczem skin with fat	tłuszczu sadelkowego abdominal fat
12	5805	3590	64,8	16,7	16,6	33,3	22,1	4,8
17	6955	4468	64,2	19,0	15,4	34,4	25,6	5,0
24	7725	5047	65,3	20,7	14,5	35,2	25,0	5,3

Źródło: / Source: [23]

W badaniach prowadzonych na gęsiach Białych Włoskich (WD-1) w wieku od 6. do 30. tygodnia życia wykazano istotny wpływ wieku na kształtowanie się profilu kwasów tłuszczowych w tkankach zapasowych. Zawartość kwasu C18:1 i jednonienasyconych kwasów tłuszczowych zwiększała się, natomiast malała zawartość kwasów nasyconych. Udział kwasów polienowych nie zmieniał się [23]. W przetwórstwie mięsa drobiowego wykorzystuje się również mięso gęsi 5-letnich, po okresie reprodukcyjnym. Profil kwasów tłuszczowych mięśni piersiowych gęsi 5-letnich w porównaniu z 17-tygodniowymi wyróżnia większa zawartość kwasów jednonienasyconych (54,72 vs. 51,29 %) [1]. Kształtowanie się profilu kwasów tłuszczowych w zależności od wieku gęsi określili również Belkot i Łukasik [2]. Tłuszcz sadelkowy i podskórny gęsi star-



szych (3 - 4-letnich) zawierał mniej kwasów nasyconych, a więcej nienasyconych w porównaniu z tłuszczem młodych ptaków (16 - 18 tyg.).

Ważnym czynnikiem warunkującym masę ciała i tuszki oraz wydajność rzeźną jest płeć [31, 33, 34]. Czynnikiem ten wydaje się być istotny z uwagi na to, że w użytkowaniu mięsnym do odchowu przeznaczają się wszystkie zdrowe pisklęta i stosunek płci w gęśniku wynosi zazwyczaj 1 : 1. Samce wykazują większe przyrosty masy ciała oraz lepsze wykorzystanie paszy. Samce W31 charakteryzuje większa masa mięśni piersiowych i nóg w porównaniu z samicami [31, 33, 34]. Mazanowski i Kisiel [21] przeanalizowali skład dysekcyjny tusz gęsi Ki, Pd, Ka, Su i stwierdzili brak różnic między samicami a samcami pod względem udziału mięśni piersiowych i nóg oraz skóry z tłuszczem podskórnym. Ponadto nie wykazano istotnych różnic pod względem masy tłuszczu sadelkowego [21]. Z kolei Rosiński i wsp. [34] stwierdzili, że samce W31 cechowała wyraźna tendencja do odkładania większej ilości tłuszczu w mięśniach piersiowych (5,9 %) niż samice (4,5 %).

Mazanowski i Kisiel [21] stwierdzili brak różnic między samcami a samicami pod względem zawartości białka w mięśniach piersiowych i nóg gęsi Ki, Pd, Ka, Su. Wykazali tylko różnice pod względem zawartości związków mineralnych w postaci popiołu w mięśniach piersiowych i nóg [21]. Z kolei Rosiński i wsp. [34] badali mięśnie piersiowe gęsi oraz gęsiorów (W11, W33, W13, W31) i nie stwierdzili różnicy w zakresie zawartości białka oraz popiołu w mięśniach piersiowych wymienionych rodów [34].

Tłuszcze zapasowe gęsiorów w porównaniu z samicami cechuje istotnie większy udział kwasów jednonienasyconych, a mniejszy – kwasów nasyconych [19]. Płeć różnicuje zawartość cholesterolu, co udowodnili Rosiński i wsp. [34]. Samice W33 i W11 w porównaniu z samcami charakteryzowały się większym udziałem cholesterolu w mięśniach. Z kolei odwrotny efekt zaobserwowano w przypadku rodu W31 – wyższy poziom cholesterolu oznaczono w mięśniach piersiowych samców [34]. Stwierdzono również, że zawartość cholesterolu w tłuszczu sadelkowym różni się w zależności od płci (mniejsza charakteryzuje samice rodów W31 i W33) [33].

## **Żywnienie**

W warunkach krajowych żywienie gęsi prowadzone jest najczęściej w dwóch systemach: przy zastosowaniu zbilansowanych mieszanek pełnoporcjowych w formie pasz suchych (80 % s.m.) – chów intensywny oraz z wykorzystaniem ograniczonej ilości paszy treściwej, z dodatkiem pasz gospodarskich – chów półintensywny. W Polsce gęsi odchowywane są najczęściej w systemie półintensywnym do 16., 17. lub rzadziej do 24. tygodnia życia. System utrzymania, a w następstwie sposób żywienia wpływają na wyniki analizy rzeźnej gęsi i skład chemiczny mięśni oraz tłuszczu [3, 5, 6, 13, 23, 31].

W badaniach przeprowadzonych przez Pietrzak i wsp. [31] stwierdzono większą masę ciała gęsi W31 w grupie doświadczalnej, w której ptaki otrzymywały mieszankę gospodarską w porównaniu z gęsiami żywionymi mieszankami przemysłowymi [31]. Biesiada-Drzazga i Górski [4] potwierdzili większą masę ciała gęsi WD-1 z chowu półintensywnego w porównaniu z intensywnym. Ponadto WD-1 utrzymywane w systemie półintensywnym w porównaniu z gęsiami odchowywanymi systemem intensywnym charakteryzowała większa zawartość suchej masy, białka ogólnego oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych w mięśniach piersiowych. System odchowu nie wpłynął na skład chemiczny mięśni ud i podudzi [4]. W innych badaniach przeprowadzonych na gęsiach W31 i W11, odchowywanych półintensywnie i tuczonych owsem, stwierdzono w skórze z tłuszczem podskórnym mniejszy udział kwasów polienowych, w tym C18:2n-6 i C18:3n-6 w porównaniu z ptakami utrzymywanymi w systemie intensywnym. W przypadku tłuszczu sadelkowego różnice były odwrotne. Tłuszcz sadelkowy gęsi odchowywanych półintensywnie charakteryzował większy udział kwasów wielonienasyconych, a mniejszy – jednonienasyconych [7].

Gęsi WD-1 karmione mieszankami treściwymi i zielonką (*ad libitum*) charakteryzowała zbliżona masa tuszki i mniejszy o 3,4 ÷ 4,0 % udział skóry z tłuszczem podskórnym w tuszce w porównaniu z gęsiami żywionymi paszami treściwymi [4]. Elmińska-Wenda i wsp. [10] wykazali, że gęsi WD-3 żywione intensywnie charakteryzowała wyższa wydajność rzeźna, masa ciała, masa mięśni piersiowych i nóg, tłuszczu sadelkowego oraz skóry z tłuszczem podskórnym. Chów półintensywny z dodatkiem zielonki wpłynął pozytywnie na zawartość mięsa w tuszce i redukcję otłuszczenia tuszki w porównaniu z chowem intensywnym [10]. Mieszkańce gęsi niemieckiej karmione paszą z 30-procentowym dodatkiem zielonki do 16. tyg. życia wyróżniały się mniejszym o 1,7 % udziałem tłuszczu sadelkowego w tuszce w porównaniu z gęsiami karmionymi paszami treściwymi [36].

Częściowe zastąpienie poekstrakcyjnej śruty sojowej śrutą rzepakową nie wywołało istotnych zmian jakości mięsa brojlerów W31. Stwierdzono, że mięśnie piersiowe oraz nóg gęsi żywionych poekstrakcyjną śrutą sojową odznaczały się mniejszą zawartością suchej masy i białka ogółem oraz większym udziałem tłuszczu w porównaniu z ptakami żywionymi poekstrakcyjną śrutą rzepakową. Nie stwierdzono różnic w profilu kwasów tłuszczowych w mięśniach piersiowych i udowych oraz w skórze z tłuszczem podskórnym [5]. Z kolei żywienie gęsi W31 do 10. tygodnia życia mieszankami, w których poekstrakcyjną śrutę sojową częściowo zastąpiono poekstrakcyjną śrutą słonecznikową lub śrutą słonecznikową i łubinową, wpłynęło na profil kwasów tłuszczowych. W mięśniach nóg (żywionych śrutą z dodatkiem śruty słonecznikowej lub śrutą słonecznikowej i łubinowej) wykazano zmniejszenie zawartości kwasów nasyconych, a zwiększenie – kwasów nienasyconych (odpowiednio: o ok. 1,2 i 1,7 %). W skórze z tłuszczem podskórnym stwierdzono zmniejszenie zawartości kwasów na-

syconych o ok. 1,7 %. W mięśniach piersiowych nie odnotowano istotnych zmian w profilu kwasów tłuszczowych [6].

Zastosowanie żywienia intensywnego od 6. do 12. tygodnia życia gęsi WD-3 (Białe Kołudzkie) spowodowało większy o ok. 2,5 % udział mięsa i mniejszy o ok. 4,0 % – skóry z tłuszczem podskórnym w masie tuszki w porównaniu z gęsiami żywionymi *ad libitum*. Między badanymi grupami nie było różnicy pod względem masy ciała [9].

### Podsumowanie

Wyniki badań różnych autorów wskazują, że genotyp gęsi warunkuje: masę ciała, udział mięśni i tłuszczu w tuszce, skład chemiczny oraz właściwości fizykochemiczne mięsa. Analiza poszczególnych ras, odmian i rodów prowadzi do wniosku, że gęsi Białe Kołudzkie® W31 odznaczają się zarówno dużą masą ciała, jak i wydajnością rzeźną. Pozostałe odmiany gęsi krajowych mimo mniejszej masy ciała charakteryzuje wysoka zawartość mięsa i mniejsze o  $0,4 \div 3,7$  % otłuszczenie tuszki.

Największe przyrosty masy występują do 17. tygodnia życia. Do 12. tygodnia życia gęsi zwiększa się masa i udział mięśni piersiowych w tuszce. Wraz z wiekiem gęsi zwiększa się również masa skóry z tłuszczem podskórnym i kości, ale udział tych elementów w tuszce pozostaje na zbliżonym poziomie przez cały okres odchowu. Masa i udział tłuszczu sadelkowego w tuszce wzrasta wraz z wiekiem gęsi. Wiek gęsi ma istotny wpływ na kształtowanie się profilu kwasów tłuszczowych. W wielu badaniach potwierdzono, że wraz z wiekiem ptaków zwiększa się zawartość kwasów jednonienasyconych w ich mięśniach piersiowych.

Płeć warunkuje masę ciała i wydajność rzeźną. Samce rodu W33 gęsi Białych Kołudzkich w porównaniu z samicami charakteryzuje większa masa mięśni piersiowych i nóg oraz większa zawartość tłuszczu w mięśniach piersiowych. W mięsie odmian południowych i północnych nie obserwuje się różnic między samicami a samcami pod względem udziału mięśni piersiowych i nóg oraz skóry z tłuszczem podskórnym w tuszce. Tłuszcz sadelkowy samców w porównaniu z samicami cechuje istotnie większy udział kwasów jednonienasyconych.

Z przytoczonych badań wynika, że gęsi utrzymywane w systemie półintensywnym charakteryzuje większa masa ciała oraz korzystniejszy skład chemiczny mięśni piersiowych w porównaniu z ptakami żywionymi w systemie intensywnym. Podanie pasz zielonych wpływa pozytywnie na wykorzystanie paszy, zawartość mięsa w tuszce i redukcję otłuszczenia tuszki. Zastąpienie śrutą sojowej śrutą rzepakową lub inną śrutą z roślin oleistych nie wpływa negatywnie na jakość mięsa gęsiego. Dodatek śruty słonecznikowej i łubinowej wpływa na zmniejszenie zawartości kwasów nasyconych w mięśniach nóg i w skórze z tłuszczem podskórnym. Zastosowanie żywienia intensywnego od 6. do 12. tyg. życia nie wpływa na zmniejszenie masy ciała i wydajności

rzeźnej gęsi w porównaniu z ptakami karmionymi do woli. Ponadto w tuszach gęsi, którym ogranicza się dawkę pokarmową, obserwuje się większy udział mięśni, a mniejszy – skóry z tłuszczem.

### Literatura

- [1] Adamski M., Kuźniacka J., Czarnecki R., Kucharska-Gaca J.: Ocena profilu kwasów tłuszczowych półgęsków pochodzących od gęsi w różnym wieku. 21<sup>st</sup> Int. Poultry Symp. PB WPSA „Science for poultry practice – poultry practice for sciences”, Bydgoszcz, 2015, wrzesień, 13-14, s. 128.
- [2] Bełkot Z., Pyz-Lukasik R.: Wpływ wieku gęsi na cechy chemiczne i organoleptyczne tłuszczu. *Med. Weter.*, 2011, **67**, 843-846.
- [3] Bielińska H., Kłos K., Badowski J.: Wpływ systemu utrzymania na wartość rzeźną Gęsi Białych Kołudzkiej<sup>®</sup>. 20<sup>th</sup> Int. Poultry Symp. PB WPSA „Science for poultry practice – poultry practice for sciences”, Bydgoszcz, 2008, wrzesień, 15-17, s. 89.
- [4] Biesiada-Drzazga B., Górski J.: Wpływ żywienia na skład tkankowy tuszki młodych gęsi rzeźnych w okresie odchowu i tuczu. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.*, 1997, **32**, 205-216.
- [5] Biesiada-Drzazga B.: Analiza wpływu żywienia na skład chemiczny wybranych mięśni oraz na profil kwasów tłuszczowych skóry z tłuszczem podskórnym i tłuszczu sadelkowego u brojlerów gęsi. *Acta Sci. Pol. Zootechnica* 2006, **5 (2)**, 3-12.
- [6] Biesiada-Drzazga B.: Wpływ żywienia mieszankami zawierającymi poekstrakcyjną śrutę słonecznikową i śrutę z łubinu żółtego na jakość tkanki mięśniowej i tłuszczowej. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz.*, 2008, **46 (1)**, 25-33.
- [7] Biesiada-Drzazga B., Janocha A., Koncerewicz A.: Wpływ genotypu i systemu odchowu na odtłuszczenie oraz jakość tuszki gęsi Białej Kołudzkiej<sup>®</sup>. *Post. Nauk i Technol. Przem. Rol.-Spoż.*, 2011, **66 (1)**, 19-31.
- [8] Bochno R., Mazanowski A., Wawro K., Michalik D.: Wartość rzeźna gęsi kubańskich w zależności od wieku uboju. *Mat. Zoot.*, 1990, **40**, 85-93.
- [9] Bochno R., Makowski W., Murawska D.: Effect of quantitatively restricted feeding on feed consumption and slaughter quality of young geese. *Pol. J. Natur. Sci.* 2007, **22 (2)**, 204-213.
- [10] Elminowska-Wenda G., Rosiński A., Kłosowska D., Guy G.: Effect of feeding system (intensive vs. semi-intensive) on growth rate, microstructural characteristics of pectoralis muscle and carcass parameters of white Italian geese. *Arch. Geflügelk.*, 1997, **61 (3)**, 117-119.
- [11] Gardzielewska J., Jakubowska M., Karamucki T., Rybarczyk A., Natalczyk-Szymkowska W.: Porównanie jakości tuszek i mięsa gęsi 17-tygodniowych i 3-letnich. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2009, **5 (2)**, 147-155.
- [12] Gornowicz E., Węglarzy K., Pietrzak M., Bereza M.: Kształtowanie się cech rzeźnych i mięsnych gęsi ras południowych. *Wiadomości Zootechniczne*, 2012, **4**, 5-16.
- [13] Gornowicz E., Lewko L., Węglarz K., Pietrzak M.: Wpływ utrzymania krajowych gęsi odmian południowych zgodnie z wymogami rolnictwa ekologicznego na jakość mięsa. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2013, **58 (3)**, 165-168.
- [14] Gumulka M., Kapkowska E., Borowiec F., Rabsztyn A., Połtowicz K.: Fatty acid profile and chemical composition of muscles and abdominal fat in geese from genetic reserve and commercial flock. *Animal Sci.*, 2006, **Suppl 1**, 90-91.
- [15] Gumulka M., Wojtysiak D., Kapkowska E., Połtowicz K., Rabsztyn A.: Microstructure and technological meat quality of geese from conservation flock and commercial hybrids. *Ann. Anim. Sci.* 2009, **9 (2)**, 205-213.
- [16] Hafar G.: Wpływ żywienia i genotypu gęsi na cechy dysekccyjne tuszki i jakość mięsa – przegląd badań naukowych. *Nauki Inżynierskie i Technologie*, 2014, **1 (4)**, 25-41.

- [17] Janiszewska M., Bochno R., Lewczuk A., Rymkiewicz J.: Changes in the body weight, and slaughter value of White Kołudzka geese fed *ad libitum* or subjected to feed restriction. *Natur. Sci.*, 2000, **4**, 147-159.
- [18] Kapkowska E., Gumulka M., Rabszyn A., Połtowicz K., Anders K.: Comparative study on fattening results of Zatorska and White Kołuda<sup>®</sup> geese. *Ann. Anim. Sci.*, 2011, **2**, 207-217.
- [19] Karpińska M., Batura J.: Wpływ wieku, umiejscowienia w organizmie oraz płci na jakość odkładanego tłuszczu u gęsi Białych Włoskich. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.*, 1998, **36**, 333-342.
- [20] Kijowski J., Tomaszewska-Gras J., Cegielska-Radziejewska R.: Podstawy technologii mięsa drobiowego. W: Mięso i przetwory drobiowe, technologia, higiena, jakość. WNT, Warszawa 2004.
- [21] Mazanowski A., Kisiel T.: Cechy reprodukcyjne i mięsne gęsi wybranych stad zachowawczych. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2004, **31** (1), 21-38.
- [22] Mazanowski A., Adamski M., Kisiel T., Urbanowski M.: Porównanie cech mięsnych i reprodukcyjnych krajowych odmian gęsi południowych i północnych. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2006, **1**, 105-123.
- [23] Mazanowski A.: Chów i hodowla gęsi. Wyd. APRA, Bydgoszcz 2012.
- [24] Murawska D.: The effect of age on the growth rate of tissues and organs and the percentage content of edible and inedible components in Polish Koluda White Geese. *Poultry Sci.*, 2013, **92**, 1400-1407.
- [25] Okruszek A., Książkiewicz J., Haraf G., Wołoszyn J., Szukalski G.: Zmiany wybranych parametrów fizykochemicznych mięśni nóg gęsi ze stad zachowawczych. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tuszcz.*, 2006, **44** (2), 59-66.
- [26] Okruszek A., Książkiewicz J., Wołoszyn J., Haraf G., Orkusz A., Szukalski G.: Changes in selected physicochemical parameters of breast muscles of geese from Polish conservation flocks depending on duration of the post slaughter period. *Arch. Tierz.*, 2008, **51** (3), 255-265.
- [27] Okruszek A.: Comparison of fatty acids content in muscles and abdominal fat lipids of geese from different flocks. *Arch. Geflügelk.*, 2011, **75** (1), 61-66.
- [28] Okruszek A.: Fatty acid composition of muscle and adipose tissue of indigenous Polish geese breeds. *Arch. Tierz.*, 2012, **55** (3), 294-302.
- [29] Okruszek A., Wołoszyn J., Haraf G., Orkusz A., Wereńska M.: The chemical composition and amino acids profile of geese muscles from native Polish breeds. *Poultry Sci.*, 2013, **92** (4), 1127-1133.
- [30] Pasternak M.: Jakość mięsa populacji drobiu wodnego objętej programem ochrony zasobów genetycznych na tle mieszańców towarowych. *Wiadomości Zootechniczne*, 2012, **1**, 27-31.
- [31] Pietrzak D., Mierzejewska E., Mroczek J., Michalczuk M., Damaziak K., Makarski M., Adamczyk L.: Wpływ żywienia i płci na wybrane wyróżniki jakości mięsa gęsi Białych Kołudzkich<sup>®</sup>. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 2013, **574**, 49-56.
- [32] Puchajda-Skowrońska H., Łepek G., Pudyszak K., Chodak J.: Comparison of the slaughter value and meat quality in Bilgoraj and White Kołuda<sup>®</sup> W31 ganders. 28<sup>th</sup> Int. Poultry Symp. PB WPSA „Science for poultry practice – poultry practice for sciences”, Rogów, Polska, 2006, September, 6-8, pp. 254-259.
- [33] Rosiński A., Skrabka-Błotnicka T., Wołoszyn J., Przysiężna E., Elminowska-Wenda G.: Wpływ genotypu i płci na jakość tłuszczu sadelkowego gęsi białych kołudzkich. *Rocz. Nauk Zoot.*, 1999, **26** (3), 89-98.
- [34] Rosiński A., Skrabka-Błotnicka T., Wołoszyn J., Przysiężna E., Elminowska-Wenda G.: Wpływ genotypu i płci na jakość mięśni piersiowych gęsi białych kołudzkich. *Rocz. Nauk Zoot.*, 1999, **26** (3), 73-88.
- [35] Smalec E., Mazanowski A.: Ocena cech mięsnych 12-tygodniowych gęsi o różnym pochodzeniu. *Rocz. Nauk. Zoot.* 2000, **Supl. 5**, 229-234.
- [36] Timmler R., Jeroch H.: Zum Einfluß von Futtermischungen mit gestaffelten Anteilen Grasgrünmehl auf die Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität von Jungmastgänsen. *Arch. Geflügelk.* 1997, **61** (6), 274-279.
- [37] Wężyk S., Rosiński A., Bielińska H., Badowski J., Cywa-Benko K.: A note on the meat quality of W11 and W33 White Kołuda geese strains. *Anim. Sc. Papers and Reports*, 2003, **21** (3), 191-199.

**EFFECT OF SELECTED FACTORS ON SLAUGHTER YIELD  
AND QUALITY OF GOOSE MEAT****S u m m a r y**

In the paper, the results have been reviewed of the study on the effect of selected factors on slaughter yield and quality characteristics of meat derived from geese of different origin. The following breeds were studied: White Kołuda<sup>®</sup>, Zatorska, Biłgorajska, Lubelska, Kielecka, Podkarpacka, Garbonosa, Pomorska, Suwalska, Rypińska, White Italian, and Cuban. The researchers showed that the chemical composition and the characteristics of goose meat significantly depended on genetic factors, sex, age, and, also, on how the birds were fed in rearing. Genotype is a factor to determine the majority of the dissection characteristics of the carcass and the quality characteristics of meat. Feeding has an effect on body weight, slaughter yield, the proportion of particular carcass elements, and the basic chemical composition of meat. That factor also impacts the percentage content of fat in the carcass and the composition of fatty acids. With age, the body weight increases as do the percentage contents of breast muscles and abdominal fat in the carcass and the percentage content of mono-unsaturated acids in fat. The research into the effect of different sexes reported that this factor primarily affected body weight, slaughter yield, the percentage content of muscles, the contents of skin with subcutaneous fat, and the content of abdominal fat in the carcass.

**Key words:** goose, feeding, genotype, age, meat quality ☒

KRZYSZTOF KARPESIUK, JANUSZ FALKOWSKI, BERNARD RAUBO,  
WOJCIECH KOZERA, DOROTA BUGNACKA

## WPLYW SYSTEMU CHOWU I SPOSOBU ŻYWIENIA TUCZNIKÓW NA ICH WARTOŚĆ RZEŹNĄ I JAKOŚĆ MIĘSA

### Streszczenie

Przeprowadzono dwa doświadczenia, w których badano jakość mięsa tuczników utrzymywanych al-kierzowo w systemie ściółowym lub bezściółowym i żywionych w okresie tuczu mieszanką pełnoporcjową lub mieszanką pełnoporcjową i dodatkowo zielonką z lucerny w tuczu letnim lub sianem z lucerny w tuczu zimowym. W każdym z doświadczeń tuczniaki mieszańce [ $\text{♀}(\text{♀}$  polska biała zwisłoucha  $\times \text{♂}$  wielka biała polska)  $\times \text{♂}$  ( $\text{♀}$  pietrain  $\times \text{♂}$  duroc)] podzielono na 4 grupy doświadczalne (po 12 sztuk w każdej). Z tusz tuczników pobrano próbki mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi* – LD), w których oznaczono podstawowy skład chemiczny, określono właściwości fizykochemiczne i cechy sensoryczne. W celu wskazania zależności pomiędzy wybranymi wyróżnikami jakości mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) zastosowano klasterową analizę skupień. Mięso pochodzące ze wszystkich tuczników doświadczalnych charakteryzowało się dobrą jakością, w żadnej z próbek mięśnia LD nie stwierdzono wad typu PSE i DFD, stwierdzono natomiast udział mięsa typu AM. Przeprowadzona analiza skupień dobrze zobrazowała jakość uzyskanego surowca. Zaobserwowano zbieżne zależności pomiędzy poszczególnymi wyróżnikami mięśnia najdłuższego grzbietu z doświadczenia przeprowadzonego latem i zimą.

**Słowa kluczowe:** mieszańce świń, system utrzymania, żywienie, lucerna, jakość mięsa, analiza skupień

### Wprowadzenie

Głównym celem chowu świń, bez względu na system utrzymania i żywienia, jest uzyskanie mięsa. Podstawowymi wyróżnikami jego jakości są: stopień zakwaszenia, barwa oraz jej jednorodność i trwałość, zdolność utrzymania i wiązania wody, właściwości emulgujące i żelujące, wydajność w przetwórstwie, wygląd zewnętrzny, tekstura (delikatność i soczystość), smakowitość (smak i zapach). Ze względu na wzrost zainteresowania konsumentów tzw. proekologicznymi i ekologicznymi metodami produkcji

---

Dr inż. K. Karpiesiuk, prof. dr hab. J. Falkowski, dr inż. B. Raubo, dr hab. W. Kozera, dr inż. D. Bugnacka, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn. Kontakt: krzysztof.karpiesiuk@uwm.edu.pl

w ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się jakości pozyskiwanego mięsa wieprzowego uzyskiwanego z różnych systemów utrzymania i żywienia świń, które uwzględniają m.in. potrzeby dobrostanu zwierząt [2, 9, 16, 17, 20, 32]. Wprowadzanie tych metod chowu nie ogranicza się tylko do poprawy dobrostanu zwierząt, ale ma także wpływać na poprawę jakości produkowanego mięsa [7, 13, 15, 19].

Ocena jakości mięsa przez konsumentów odbywa się w momencie jego zakupu. Dostarczenie konsumentom wysokiej jakości produktu powinno być poprzedzone rzetelną jego oceną. Ważne jest więc poszukiwanie wiarygodnych i jednocześnie tanich metod oceny jakości mięsa, które umożliwią wprowadzenie odpowiedniej standaryzacji mięsa, a tym samym zwiększenie konkurencyjności wyrobów na rynkach krajowym i zagranicznych. Wymaganiu temu mogą sprostać takie systemy, jak PQS (*Pork Quality System*) i QAFP (*Quality Assurance for Food Products*). Dla zakładów przetwórczych istotne jest, aby stosowane metody oceny mięsa były szybkie i wiarygodne [32]. Najczęściej cechy oceniane są pojedynczo, co znacznie utrudnia interpretację wyników. By tego uniknąć, należy stosować metody oceny (np. analizę skupień) umożliwiające wyizolowanie spośród wszystkich badanych cech takich, które najlepiej zobrażają jakość mięsa i współzależność pomiędzy poszczególnymi cechami, pomimo że są określane w różnych mianach (inna skala i jednostki). Analiza skupień, czyli segmentacja danych, polega na wyodrębnianiu grup obiektów podobnych. Wykorzystuje się w tym celu indeksy podobieństwa cech jakościowych oraz miary odległości cech ilościowych [8, 32].

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu zastosowanego sposobu żywienia i utrzymania na wartość rzeźną, podstawowy skład chemiczny, cechy fizykochemiczne oraz sensoryczne mięsa zwierząt doświadczalnych. Podjęto również próbę wykorzystania klasterowej analizy skupień w celu zbadania zależności pomiędzy wybranymi wyróżnikami jakości mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) świń utrzymywanych w różnych warunkach i przy zróżnicowanym żywieniu.

### **Material i metody badań**

W ramach badań przeprowadzono dwa doświadczenia. Pierwsze w okresie letnim (od czerwca do września), a drugie w okresie zimowym (od grudnia do marca). Do badań przeznaczono łącznie 96 tuczników (po 48 sztuk w każdym doświadczeniu), pochodzących z krzyżowania 4-rasowego prostego loch F<sub>1</sub> (polska biała zwiśloucha × wielka biała polska) z knurami F<sub>1</sub> (pietrain × duroc). Tucz doświadczalny prowadzono od 23 kg masy ciała (w obu doświadczeniach) do 113 kg masy ciała (96 dni) w doświadczeniu I (lato) i 109 kg (104 dni) w doświadczeniu II (zima). W trakcie trwania doświadczeń rejestrowano pomiary temperatury i wilgotności względnej powietrza w chlewni za pomocą termohigrometru LAB-EL 520 (LAB-EL, Polska). Rejestrację prowadzono przez cały czas trwania doświadczeń. Średnie wyniki temperatury i wil-



gotności wynosiły odpowiednio:  $17,2 \div 22,7$  °C i  $53,5 \div 74,0$  % w doświadczeniu I oraz od  $11,6 \div 16,9$  °C i  $74,0 \div 82,7$  % w doświadczeniu II. Natężenie światła wynosiło ponad 40 lux ( $50 \div 80$  lux), stosunek powierzchni okien do podłogi wynosił 1 do 25, ponadto w okresie zimowym zwierzęta doświetlane były światłem sztucznym przez 8 h dziennie. Pomiar natężenia światła wykonywano przy użyciu urządzenia VOLTCRAFT VC-4-in-1 (Volcraft®, Niemcy). Oba doświadczenia prowadzone były w tym samym obiekcie. Na każdego tuczniaka przypadało  $1,26$  m<sup>2</sup> powierzchni kojca. Tuczniaki podzielono na 4 grupy doświadczalne po 12 szt. w grupie, zgodnie z układem: grupa 1 – utrzymanie bezściołowe, żywienie *ad libitum* mieszanką pełnoporcjową, grupa 2 – utrzymanie i żywienie jak w grupie 1. oraz dodatkowo podawana zielonka z lucerny (tucz w miesiącach letnich) lub siano (tucz w miesiącach zimowych), grupa 3 – utrzymanie ściółowe (płytką ściółka – słoma zbożowa), żywienie *ad libitum* mieszanką pełnoporcjową, grupa 4 – utrzymanie i żywienie jak w grupie 3. oraz latem dodatkowo podawana zielonka z lucerny lub zimą siano z lucerny. Ubój zwierząt i ocena tusz były prowadzone zgodnie z przepisami obowiązującymi w przemyśle mięsnym. Na przeprowadzenie opisanego doświadczenia uzyskano zgodę Lokalnej Komisji Etycznej w Olsztynie do spraw doświadczeń na zwierzętach.

Za pomocą aparatu optyczno-igłowego SYDEL CGM (SYDEL, Francja) wykonywano pomiar procentowej zawartości mięsa w tuszy. W mięśniu najdłuższym grzbietu (*m. longissimus dorsi* – LD) wykonywano pomiary pH: po 45 min od uboju (pH<sub>45</sub>), a następnie po 24-godzinnym chłodzeniu (pH<sub>24</sub>). Pomiary pH<sub>45</sub> i pH<sub>24</sub> wykonywano pehametrem WTW 340 (WTW Pomiarowy i Analityczny Sprzęt Techniczny, Polska), z użyciem elektrody szklanej-kombinowanej Hamilton-Double Pore. Wszystkie pomiary wykonywano w mięśniu prawej półtuszy na wysokości ostatniego kręgu piersiowego. Próbkę do analizy fizykochemicznej pochodziła z mięśnia LD. Pobierano je na wysokości 1. – 3. kręgu lędźwiowego. W próbkach oznaczano zawartość: suchej masy [24], białka ogółem – metodą Kjeldahla [23], tłuszczu surowego – metodą Soxhleta [25] oraz zawartość związków mineralnych w postaci popiołu [26]. Wodochłonność (zdolność utrzymania wody własnej) oznaczano metodą Grau'a i Hamma [4]. Barwę mierzono w systemie CIE L\*a\*b\*. Pomiary wykonywano na próbkach świeżego mięśnia przy użyciu spektrofotometru (MiniScan XE Plus, Hunter Lab, obserwator 10°, illuminant D65). Badane parametry mierzono przy  $\lambda = 400 \div 700$  nm, o rozdzielczości 10 nm. Badania fizyczne objęły określenie siły cięcia mięsa aparatem INSTRON 5542 (Instron Industrial Products, USA). Pomiar szerometryczny tego parametru prowadzono w komorze Warnera-Bratzlera aparatu INSTRON 5542 wyposażonego w głowicę pomiarową 500 N. Ocenę właściwości fizycznych prowadzono na próbkach bez zewnętrznych błon łącznotkankowych. Zastosowano obróbkę termiczną próbek mięsa, jak przy badaniu jakości sensorycznej. Do oznaczania przygotowywano fragment mięśnia o grubości 2 cm,

z którego następnie wycinano walec o średnicy 2,54 cm (1 cala) i wysokości 2 cm. Z każdej próbki wycinano do pomiarów 3 walce. Maksymalną siłę potrzebną do przecięcia próbki (w poprzek włókien) rejestrowano na wykresie. Pomiary wykonywano przy użyciu programu Merlin (Materials Testing Software). Ocenę sensoryczną mięsa przeprowadzono po obróbce termicznej, zgodnie z metodą opisaną przez Baryłko-Pikielną [1]. Ocenę przeprowadził 5-osobowy przeszkolony zespół.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi analizowanych cech w grupach weryfikowano dwuczynnikową analizą wariancji, z zastosowaniem testu Duncana. Analizę wykonano stosując model:

$$Y_{ijk} = \mu + FT_i + RS_j + (FT + RS)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

gdzie:  $FT_i$  – system żywienia ( $i = 1, 2$ ),  $RS_j$  – system utrzymania ( $j = 1, 2$ ),  $FT*RS$  – interakcja pomiędzy systemem żywienia i utrzymania,  $\varepsilon_{ijk}$  – składnik losowy. Do zbadania zależności pomiędzy niektórymi wyróżnikami mięśnia najdłuższego grzbietu zastosowano klasterową analizę skupień. Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica PL 12.5 [30].

## Wyniki i dyskusja

Wyniki oceny tusz tuczników doświadczalnych przedstawiono w tab. 1. Najmniejszą średnią masę tuszy odnotowano w grupie 3. w doświadczeniu I (85,3 kg), a największą – w grupie 4. w doświadczeniu II (89,2 kg). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między wartościami średnimi w zakresie takich cech, jak mięsność i otłuszczenie tusz świń ze wszystkich grup doświadczenia letniego (I) i zimowego (II). Średnia mięsność tusz tuczników doświadczalnych była bardzo wyrównana w poszczególnych grupach oraz sezonach i kształtowała się na poziomie od 55,1 % w przypadku zwierząt tuczonych latem (grupa 3.), do 56,4 % – utrzymywanych w sezonie zimowym (grupa 2.).

Tusze świń pochodzących z doświadczenia II miały cieńszą słoninę. Pomimo zbliżonej mięsności tusz, średnia powierzchnia „oka” polędwicy była zróżnicowana pomiędzy poszczególnymi grupami, zarówno w doświadczeniu I, jak i II. Wartości tego parametru były wysokie i wahały się od 52,2 cm<sup>2</sup> w grupie 4. w doświadczeniu I do 55,5 cm<sup>2</sup> w grupie 1. tuczonych w tym samym sezonie. W przeprowadzonych badaniach nie zaobserwowano wpływu sezonu tuczu na mięsność uzyskanych tusz.

Tabela 1. Ocena tusz

Table 1. Evaluation of carcasses

Wyszczególnienie Specification	Sezon Season	Miara statystyczna Statistical measure	Utrzymanie beźściołowe Pens without bedding		Utrzymanie ściółowe Pens with bedding		Ogółem Total n = 48	F emp. Poziom istotności F emp. Level of significance
			1	2	3	4		
Masa tuszy Carcass weight [kg]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	88,0 9,26	87,1 6,90	86,88 7,79	87,0 6,29	86,88 7,79	1,31 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	85,0 6,53	85,7 6,93	87,3 9,60	89,2 9,29	86,89 8,09	0,29 ns
Mięśność Meatiness [%]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	55,6 2,9	55,5 3,77	55,1 2,94	55,2 2,41	55,33 3,03	0,21 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	56,1 2,66	56,4 2,34	55,5 2,69	55,4 2,21	55,86 2,44	0,03 ns
Średnia grubość stoniny / Backfat thickness [mm]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	22,8 6,23	22,7 7,97	23,2 7,24	24,9 6,8	23,39 6,92	0,42 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	15,9 3,75	18,2 5,86	14,5 4,84	17,6 3,18	16,59 4,62	0,17 ns
Powierzchnia "oka" połędwicy Loin eye area [cm <sup>2</sup> ]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	55,5 5,10	54,7 5,15	54,2 6,61	52,2 5,33	54,19 5,54	0,30 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	52,6 8,06	55,2 5,84	53,3 5,94	54,3 5,80	53,84 6,35	0,05 ns

Objaśnienia / Explanatory notes:

L – lato / S – summer; Z – zima / W – winter;  $\bar{x}$  – wartość średnia / mean value; s – odchylenie standardowe / SD – standard deviation; ns – różnice statystycznie nieistotne / statistically insignificant differences; w grupie n = 12 / n = 12 per group.

Wyniki składu chemicznego mięsa tuczników doświadczalnych przedstawiono w tab. 2. Zawartość suchej masy wahała się od 24,58 % w grupie 1. świń tuczonych zimą (żywionych mieszanką pełnoporcjową, utrzymywanych w kojcu beźściołowym), do 25,61 % w grupie 3. świń tuczonych latem (żywionych wyłącznie mieszanką pełnoporcjową i utrzymywanych w systemie ściółowym) oraz w grupie 3. świń tuczonych zimą (żywionych wyłącznie mieszanką pełnoporcjową i utrzymywanych w systemie ściółowym) i 4. świń tuczonych zimą (żywionych mieszanką pełnoporcjową oraz siemem z lucerny, utrzymywanych w systemie ściółowym). Jednak różnice pomiędzy grupami w zakresie tej cechy nie zostały potwierdzone statystycznie. We wcześniejszych badaniach Karpiesiuka i wsp. [9] nad wpływem systemu utrzymania i żywienia na jakość mięsa świń stwierdzono, że mięso tuczników utrzymywanych ściółowo i żywionych wyłącznie mieszanką pełnoporcjową charakteryzowało się istotnie ( $p \leq 0,01$ ) mniejszą zawartością suchej masy w porównaniu z mięsem tuczników utrzymywanych beźściołowo, niezależnie od sposobu ich żywienia.

Tabela 2. Skład chemiczny mięsa (*m. longissimus dorsi*) świń doświadczalnychTable 2. Physicochemical composition of meat (*m. longissimus dorsi*) of experimental pigs

Wyszczególnienie Specification	Sezon Season	Miara statystyczna Statistical measure	Utrzymanie beźściołowe Pens without bedding		Utrzymanie ściółowe Pens with bed- ding		Ogółem Total n = 48	F emp. Poziom istotności F emp. Level of significance
			1	2	3	4		
Sucha masa Dry matter [%]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	25,45 1,07	25,55 0,56	25,61 0,34	25,38 0,44	25,48 0,64	4,87 **
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	24,58 0,74	25,43 0,32	25,61 0,95	25,61 0,40	25,31 0,75	3,35 *
Białko ogółem Total protein [%]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	23,55 0,31	23,34 0,27	23,53 0,29	23,57 0,27	23,50 0,30	0,46 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	22,51 0,82	23,60 0,47	22,99 0,54	23,51 0,38	23,15 0,70	1,01 ns
Tłuszcz surowy Crude fat [%]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	1,62 0,84	1,93 0,54	1,89 0,42	1,48 0,49	1,73 0,60	0,44 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	1,54 0,14	1,67 0,46	2,19 1,13	1,90 0,60	1,83 0,68	1,27 ns
Składniki miner. w postaci popiołu Mineral compo- nents in the form of ash [%]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	1,16 0,02	1,16 0,02	1,15 0,02	1,15 0,01	1,15 0,02	0,59 NS
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	1,15 0,03	1,16 0,02	1,15 0,01	1,13 0,02	1,14 0,02	0,30 ns

Objaśnienia / Explanatory notes:

L – lato / S – summer; Z – zima / W – winter; ns – różnice statystycznie nieistotne / insignificant differences; wartości średnie w kolumnach oznaczone: \* ( $p \leq 0,01$ ) i \*\* ( $p \leq 0,05$ ) różnią się statystycznie istotnie / means within columns and denoted: \* ( $p \leq 0,01$ ) and \*\* ( $p \leq 0,05$ ) differ statistically significantly; w grupie n = 12 / n = 12 per group.

Mięso tuczników ze wszystkich grup w doświadczeniu I charakteryzowało się zbliżoną zawartością białka ogółem (średnio 23,33 %). W doświadczeniu II zaobserwowano tendencję do mniejszej zawartości białka w mięsie świń bez dostępu do lucerny. Najmniejszą zawartość tłuszczu surowego oznaczono w próbkach mięsa pochodzących ze świń z grupy 1., zarówno w doświadczeniu I, jak i II (odpowiednio 1,62 i 1,54 %), a największą – w grupie 3. zimą (2,19 %). Różnice te nie były jednak statystycznie istotne. Dużym wyrównaniem w grupach charakteryzowała się zawartość składników mineralnych oznaczonych w postaci popiołu surowego (1,13 ÷ 1,26 %). Lisiak i wsp. [17] oceniali wpływ żywienia (system intensywny i ekstensywny) na jakość mięsa tuczników. Wykazali zbliżone zawartości białka ogółem (23,80 ÷ 24,80 %), tłuszczu (1,61 ÷ 2,05 %) i popiołu surowego (1,14 ÷ 1,27 %) w mięsie w porównaniu z wynikami badań własnych.

Częstotliwość występowania mięsa z odchyleniami jakościowymi jest ściśle powiązana z czynnikami genetycznymi i środowiskowymi. Czynniki genetyczne warun-

kują zaledwie w 20 ÷ 30 % wystąpienie mięsa wadliwego tuczników [10]. Największy wpływ na jakość wieprzowiny mają czynniki środowiskowe, w tym warunki związane z obrotem (15 ÷ 25 %) i ubojem zwierząt (40 %) [10].

W przeprowadzonych badaniach własnych najmniejszą powierzchnią wycieku cechowało się mięso pochodzące z tuczników grupy 3. (5,94 cm<sup>2</sup>) utrzymywanych w kojcu ściółowym i żywionych mieszanką pełnoporcjową (doświadczenie II), natomiast największą – mięso pochodzące z tuczników grupy 1., także w doświadczeniu II (6,79 cm<sup>2</sup>), żywionych mieszanką pełnoporcjową i utrzymywanych w kojcu bezściółowym (tab. 3). We wcześniejszych badaniach autorów niniejszej pracy [9] nad zależnością jakości mięsa od sposobu utrzymania i żywienia tuczników wykazano większą powierzchnią wycieku (6,93 ÷ 7,63 cm<sup>2</sup>).

Tabela 3. Cechy fizykochemiczne mięsa (*m. longissimus dorsi*) świń doświadczalnych  
Table 3. Physicochemical properties of meat (*m. longissimus dorsi*) of experimental pigs

Wyszczególnienie Specification	Sezon Season	Miara statystyczna Statistical measure	Utrzymanie bezściółowe Pens without bedding		Utrzymanie ściółowe Pens with bedding		Ogółem Total n = 48	F emp. Poziom istotności F emp. Level of significance
			1	2	3	4		
Wodochłonność Water-holding capacity [cm <sup>2</sup> ]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	6,51 0,74	6,67 0,36	6,56 0,42	6,61 0,36	6,59 0,51	1,44 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	6,79 0,51	6,16 0,58	5,94 0,46	6,28 0,91	6,29 0,67	7,23 **
L* – jasność Brightness	L / S	$\bar{x}$ s / SD	57,92 1,29	58,25 1,07	58,96 1,34	57,55 1,52	58,17** 1,36	0,30 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	57,33 2,38	55,43 1,87	57,02 2,71	57,46 2,37	56,81 2,35	0,42 ns
a* – barwa czer- wona Red colour	L / S	$\bar{x}$ s / SD	7,75 1,30	7,69 0,92	8,40 0,81	7,47 0,71	7,83** 0,98	2,89 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	6,31 0,51	6,14 1,01	6,02 0,82	6,51 1,53	6,25 0,99	2,52 NS
b* – barwa żółta Yellow colour	L / S	$\bar{x}$ s / SD	15,70 1,01	15,90 0,43	16,20 0,52	15,60 0,46	15,88** 0,66	4,82 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	13,98 0,76	13,49 0,56	13,88 0,63	14,53 0,51	13,97 0,69	5,01 **
pH <sub>45</sub>	L / S	$\bar{x}$ s / SD	6,53 0,24	6,64 0,16	6,58 0,21	6,67 0,20	6,61 0,21	1,06 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	6,52 0,19	6,59 0,22	6,54 0,16	6,64 0,21	6,57 0,22	0,40 ns
pH <sub>24</sub>	L / S	$\bar{x}$ s / SD	5,56 0,12	5,54 0,09	5,53 0,09	5,57 0,06	5,55 0,08	1,16 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	5,46 0,05	5,49 0,04	5,49 0,03	5,48 0,03	5,48 0,04	0,94 ns

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

Bardzo ważnym kryterium oceny jakości mięsa jest jego barwa, która decyduje m.in. o preferencjach konsumentów, wykazuje również bardzo duże powiązanie z innymi cechami mięsa [22]. W badaniach własnych nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami w zakresie składowych barwy  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  mięsa, ocenianych w systemie CIE Lab, zaobserwowano natomiast istotne ( $p \leq 0,01$ ) różnice pomiędzy latem a zimą. Uzyskane w niniejszej pracy wartości składowych barwy były zróżnicowane we wszystkich badanych grupach (różnice nie zostały potwierdzone statystycznie), a wartość składowej  $L^*$  (jasność barwy) wahała się od 55,43 do 58,96. Wartość składowej  $a^*$  była najwyższa w grupie 3. i wynosiła średnio 8,40, zaś najniższą wartość tego parametru zaobserwowano w grupie 3. – 6,02. Wartość składowej  $b^*$  była najwyższa w grupie 3. latem i wynosiła 16,20, natomiast najniższa – w grupie 2. zimą – 13,49. Lisiak i wsp. [17] wykazali najkorzystniejsze parametry barwy mięsa w przypadku świń żywionych intensywnie. Autorzy ci uzyskali jednak niższe wartości składowych barwy w systemie CIE Lab w porównaniu z przedstawionymi w badaniach własnych.

Prowadzona od wielu lat selekcja trzody chlewnej w kierunku poprawy stopnia umięśnienia doprowadziła do wytworzenia ras lub linii wybitnie mięsnych bądź zadowalających w tym zakresie, wykazujących jednak obniżone zdolności adaptacyjne do zespołu czynników środowiskowych [10, 18, 27]. Tendencji tej nie zaobserwowano w badaniach własnych. Świadczyć to może o prawidłowym doborze zwierząt do tuczu i odpowiednim ich traktowaniu podczas całego tuczu i obrotu przedubojowego. W żadnej z badanych grup nie stwierdzono mięsa PSE (ang. *Pale Soft Exudative*), czyli wodnistej i jasnej lub częściowo PSE. Można stwierdzić, że na podstawie uzyskanych wartości  $pH_{45}$  wszystkie badane próbki odpowiadały kwasowości mięsa normalnego zgodnie z danymi Kortza [12] i Pospiecha [28]. We wcześniejszych badaniach Karpiesiuka i wsp. [9] nad wpływem systemu utrzymania na jakość tusz uzyskano nieznacznie niższe wartości  $pH_{45}$ . Wykonanie pomiaru  $pH$  po 24 h od uboju pozwala ocenić występowanie mięsa DFD (ang. *Dark Firm Dry*), czyli mięsa suchego i ciemnego, którego  $pH_{24}$  kształtuje się na poziomie powyżej 6,2. W badaniach własnych nie stwierdzono mięsa DFD, a średnia wartość  $pH_{24}$  z poszczególnych doświadczeń oscylowała w granicach od 5,55 w przypadku tuczu z sezonu letniego do 5,48 w przypadku tuczu z sezonu zimowego, żadna z badanych tusz nie przekroczyła  $pH_{24}$  powyżej wartości 6,00. Konsekwencją niskiej wartości  $pH_{24}$  (poniżej 5,5) w analizowanym materiale doświadczalnym była duża (39 %) częstość występowania tusz z mięsem wadliwym typu AM (ang. *Acid Meat*), czyli kwaśnego [11]. Zbliżone wartości  $pH_{24}$  wynoszące 5,49 w konwencjonalnym systemie utrzymania oraz 5,50 – w systemie otwartym wykazali Lebret i wsp. [14].

Oprócz omówionych wyżej wyróżników jakości mięsa niezbędnym elementem oceny jego jakości jest ocena sensoryczna. Wyniki tej oceny przedstawiono w tab. 4.

Statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ) różnice stwierdzono pomiędzy średnimi wartościami kruchości w grupach 2. i 3. w sezonie letnim. Pozostałe wyróżniki oceny sensorycznej mięsa świní doświadczalnych nie różniły się pomiędzy grupami. Istotnie ( $p \leq 0,01$ ) większym natężeniem smaku charakteryzowało się mięso pochodzące z tuczników z tuczu zimowego, a odwrotną tendencję zaobserwowano w zakresie natężenia i pożądalności smaku. Istotnie różniła się również kruchość mięsa w różnych systemach utrzymania i sposobach żywienia.

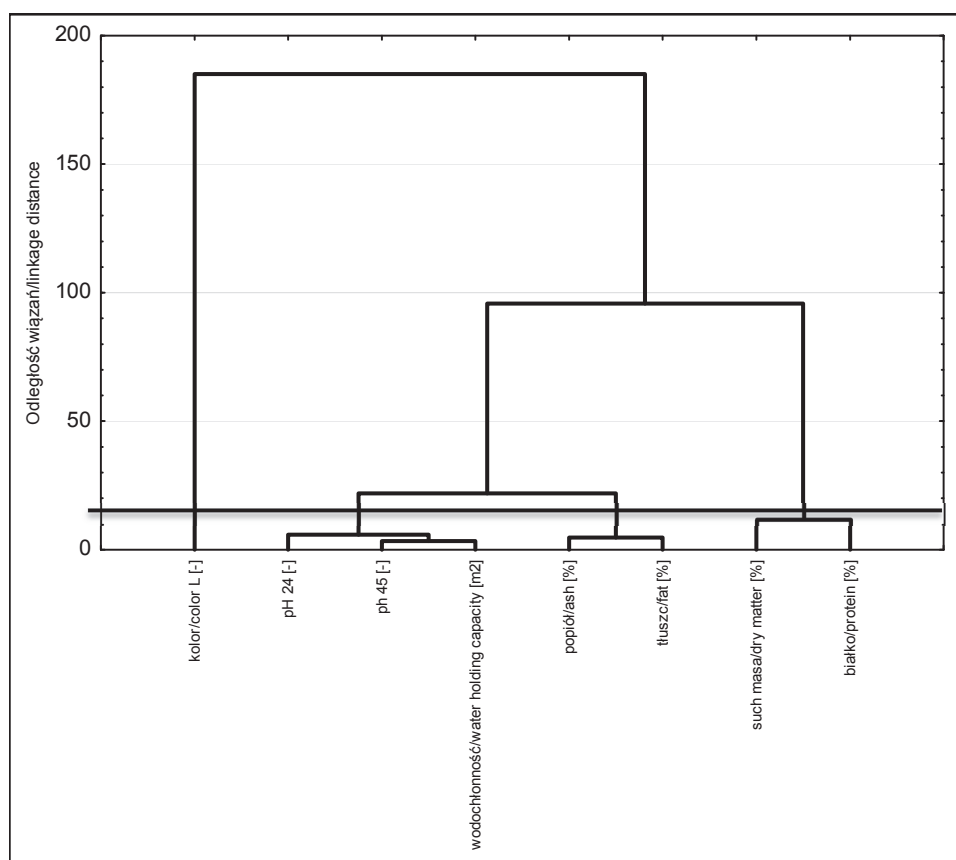
Tabela 4. Właściwości sensoryczne mięsa (*m. longissimus dorsi*) świní doświadczalnych [punkty]Table 4. Sensory attributes of meat (*m. longissimus dorsi*) of experimental pigs [points]

Wyszczególnienie Specification	Sezon Season	Miara statystyczna Statistical measure	Utrzymanie beźściolowe Pens without bedding		Utrzymanie ściolowe Pens with bedding		Ogółem Total n = 48	F emp. Poziom istotności F emp. Level of significance
			1	2	3	4		
Kruchość Tenderness	L / S	$\bar{x}$ s / SD	3,93 0,56	3,75 <sup>b</sup> 0,46	4,37 <sup>a</sup> 0,51	3,93 0,62	4,00* 0,57	0,18 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	3,66 0,26	3,66 0,41	3,91 0,38	3,50 0,31	3,69 0,35	1,36 ns
Soczystość Juiciness	L / S	$\bar{x}$ s / SD	3,50 0,37	3,62 0,35	3,31 0,25	3,43 0,17	3,46 0,31	1,42 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	3,83 0,41	4,00 0,45	4,00 0,63	3,75 0,42	3,89** 0,46	3,83 *
Zapach: Aroma: - natężenie intensity	L / S	$\bar{x}$ s / SD	3,87 0,35	3,81 0,70	3,75 0,38	3,94 0,49	3,84 0,48	1,67 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	4,83 0,25	4,75 0,27	4,70 0,29	4,41 0,37	4,17** 0,28	1,27 ns
- pożądalność desirability	L / S	$\bar{x}$ s / SD	5,00 0,00	4,87 0,23	4,87 0,35	4,87 0,35	4,91** 0,27	2,29 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	4,25 0,27	4,16 0,26	4,27 0,28	4,00 0,31	4,67 0,32	0,58 ns
Smak: Flavour: - natężenie intensity	L / S	$\bar{x}$ s / SD	3,87 0,23	3,87 0,35	3,50 0,46	3,62 0,23	3,71 0,35	1,71 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	4,25 0,27	4,16 0,26	4,25 0,27	4,00 0,32	4,16** 0,28	1,49 ns
- pożądalność desirability	L / S	$\bar{x}$ s / SD	4,62 0,44	4,81 0,37	4,56 0,41	4,87 0,23	4,71** 0,37	1,38 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	4,25 0,27	4,16 0,26	4,25 0,27	4,00 0,32	4,16 0,28	0,97 ns

Objaśnienia / Explanatory notes:

L – lato / S – summer; Z – zima / W – winter; a, b – różnice pomiędzy wartościami średnimi w wierszach oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ) / differences among mean values in rows and denoted using different letters are statistically significant ( $p < 0,05$ ); różnice pomiędzy wartościami średnimi w kolumnach są statystycznie istotne: \* – ( $p \leq 0,05$ ), \*\* – ( $p \leq 0,01$ ) / differences among mean values in columns are statistically significant: \* – ( $p \leq 0,05$ ), \*\* – ( $p \leq 0,01$ ); ns – różnice statystycznie nieistotne / statistically insignificant differences; w grupie n = 12 / n = 12 per group.

Wpływ systemu utrzymania tuczników na soczystość, kruchość i zapach mięsa jest szeroko dyskutowany w literaturze. Jonsäll i wsp. [6] zaobserwowali, że utrzymanie świń na wybiegu wpływa na zmniejszenie soczystości mięsa, zaś Danielsen i wsp. [3] uważają, że mięso świń żywionych mieszanką pełnoporcjową na poziomie 70 % normy, spożywających jednocześnie więcej paszy objętościowej charakteryzuje się mniejszą kruchością i soczystością oraz jest twarde. Według Johanssona i wsp. [5] i Jonsäll i wsp. [6] żywienie kiszonką z koniczyny czerwonej nie wpływa różnicująco na soczystość, kruchość i natężenie zapachu i smaku.



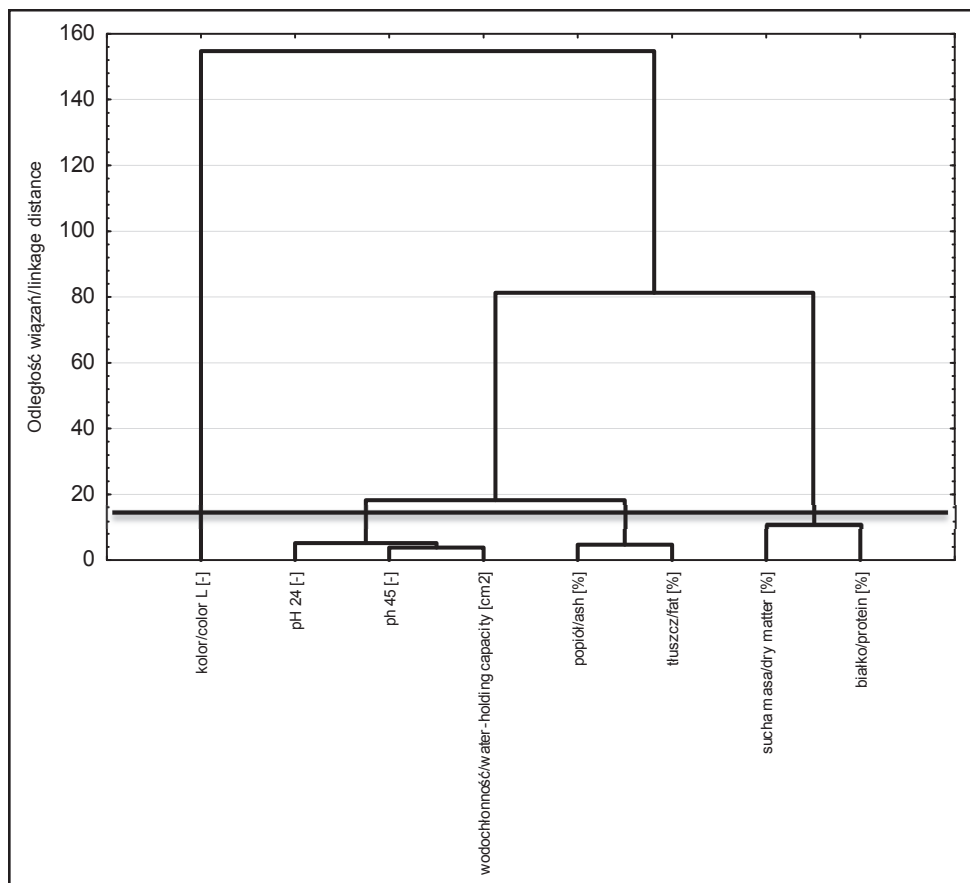
Rys. 1. Klasterowa analiza skupień wybranych wyróżników jakości mięsa świń doświadczalnych – doświadczenie I

Fig. 1. Cluster analysis of selected meat quality attributes animals – experience I

Jak podają Przybylski i wsp. [29], zastosowanie analizy skupień umożliwia wyodrębnienie mięsa o zróżnicowanej jakości, w tym mięsa charakteryzującego się cechami o korzystnych wartościach, tzw. mięsa kulinarnego wysokiej jakości. Wykorzystanie



hierarchicznych algorytmów grupowania danych pozwala stworzyć drzewkową hierarchię porównywanych obiektów. Na rys. 1. i 2. zamieszczono diagramy drzew, na których uwidoczniło trzy sekwencje skupień wyróżników mięśnia najdłuższego grzbietu, występujące w poszczególnych sezonach (doświadczenie I – rys. 1 i doświadczenie II – rys. 2).

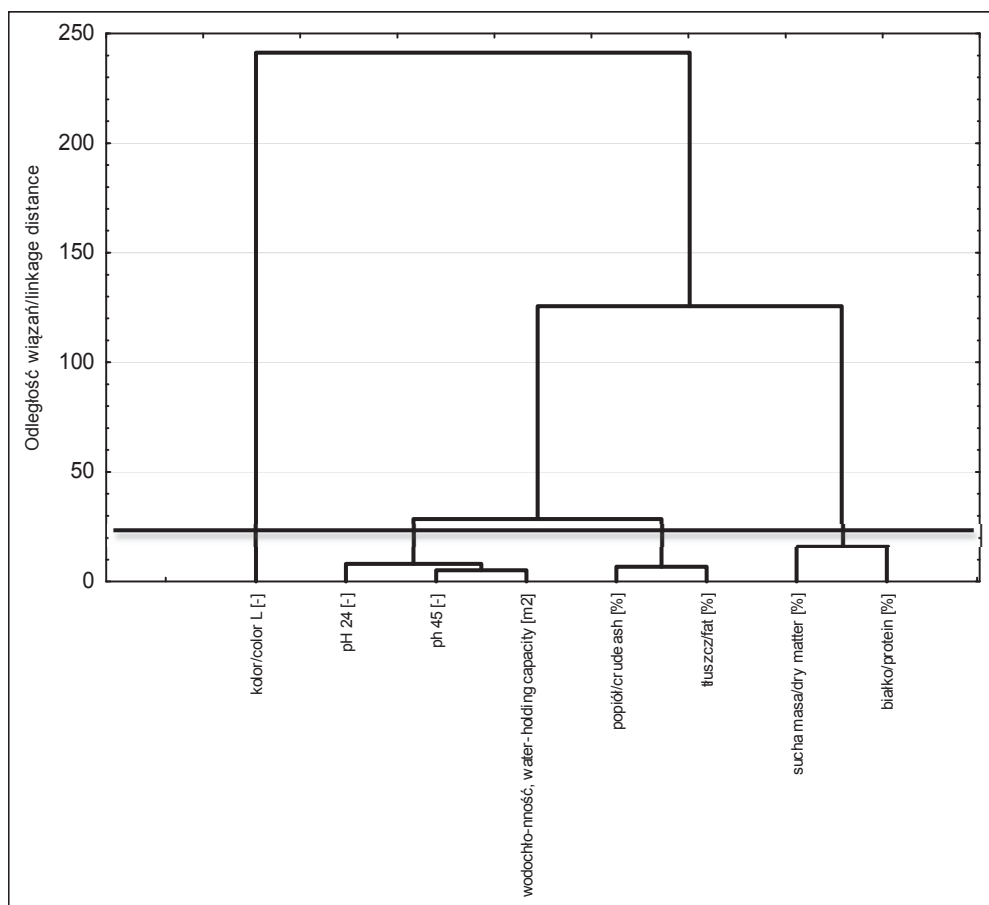


Rys. 2. Klasterowa analiza skupień wybranych wyróżników jakości mięsa świń doświadczalnych – doświadczenie II

Fig. 2. Cluster analysis of selected quality attributes of experimental pigs meat – experience II

Pierwsza sekwencja to skupienie  $pH_{45}$  i  $pH_{24}$  oraz wodochłonności, druga – zawartość tłuszczu i popiołu, a trzecia sekwencja obejmuje zawartość suchej masy i białka w mięsie. Jasność barwy  $L^*$  w systemie CIE Lab była mniej ważna w stosunku do pozostałych wyróżników jakości analizowanego mięsa. Z porównania danych przedstawionych na rysunkach wynika, że niezmienną się odległości pomiędzy poszcze-

gólnymi cechami odzwierciedlają brak zmian technologicznych, przejawiających się pomiędzy wyróżnikami we wszystkich grupach doświadczalnych (w tuczu letnim i zimowym). Podobne zależności zaobserwowano w odniesieniu do całej populacji doświadczalnej, ze względu jednak na wzrost liczby próbek i liczby wyników wystąpiły większe odległości euklidesowe pomiędzy wiązaniami suchej masy i białka oraz jasnością barwy  $L^*$  w systemie CIE Lab a pozostałymi skupieniami (rys. 3).



Rys. 3. Klasterowa analiza skupień wybranych wyróżników jakości mięsa tusz zwierząt doświadczalnych

Fig. 3. Cluster analysis of selected quality characteristics of carcass meat of experimental animals

Podobne zależności w analizie skupień pomiędzy badanymi cechami wykazali we wcześniejszych badaniach Karpiesiuk i Falkowski [8]. Strzelecki [31] zaobserwował różne odległości skupień w zależności od rodzaju mięsa (PSE, DFD, RFN) poddanego

analizie, które odzwierciedlały występujące zmiany technologiczne pomiędzy poszczególnymi wyróżnikami. W przypadku mięsa normalnego pomiędzy wyróżnikami jakości: pH<sub>45</sub> i wodochłonnością stwierdził zbliżone zależności. Przedstawione wyniki odnoszą się do badań wybranych wyróżników, wydaje się jednak, że w prosty i dobry sposób określają przydatność technologiczną mięsa. Porównując powyższe diagramy z przedstawionymi przez Strzeleckiego [31], można zaobserwować różnicę, jaką osiągnął cytowany autor w przypadku zależności pomiędzy poszczególnymi cechami w przypadku mięsa typu PSE, DFD i mięsa normalnego w porównaniu z wynikami własnymi.

### Wnioski

1. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych sposobów żywienia i utrzymania tuczników na skład chemiczny mięśnia LD.
2. Mięso pochodzące ze świń wszystkich badanych grup nie wykazywało wad mięsa PSE i DFD, jedynie wartość pH<sub>24</sub> świadczyć może o znacznym udziale mięsa kwaśnego.
3. Pomimo stwierdzonego zróżnicowania jakości mięsa w grupach doświadczalnych jego właściwości sensoryczne były korzystne.
4. Zastosowana analiza skupień potwierdziła uzyskanie surowca o podobnych właściwościach technologicznych niezależnie od sezonu prowadzonych badań.

### Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N., Kossakowska T., Baldwin Z.: Wybór optymalnej metody przygotowania mięsa wołowego i wieprzowego do oceny sensorycznej. Roczn. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz., 1964, **1**, 111.
- [2] Bee G., Guex G., Herzog W.: Free-range rearing of pigs during the winter. Adaptations in muscle fiber characteristic and effects on adipose tissue composition and meat quality traits. J. Anim. Sci., 2004, **82**, 1206-1218.
- [3] Danielsen V., Hansen L.L., Moller F., Bejerholm C., Nielsen S.: Production results and sensory meat quality of pigs fed different amounts of concentrate and ad lib. clover grass or clover grass silage. Ecological animal husbandry in the Nordic countries. Proc. from NJF Semin., Denmark, 2000, September, 16-17, **303**, pp. 79-86.
- [4] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. Fleischwirtschaft., 1952, **32 (12)**, 295.
- [5] Johansson L., Lundström K., Jonsäll A., Lundh T.: Effects of clover silage and ageing time on sensory characteristics and cooking losses of loin (*M. longissimus dorsi*) from Hampshire crosses with and without the RN- allele. Food Qual. Prefer., 1999, **10**, 299-303.
- [6] Jonsäll A., Johansson L., Lundström K.: Effects of red clover silage and RN<sup>-</sup> genotype on sensory quality of prolonged frozen stored pork (*M. longissimus dorsi*). Food Qual. Prefer., 2000, **11**, 371-376.
- [7] Karpiesiuk K., Falkowski J.: Effect of the feeding and housing system on pig fattening results. Pol. J. Nat. Sci., 2008, **23 (4)**, 769-778.
- [8] Karpiesiuk K., Falkowski J.: The effect of feeding and housing conditions of growing-finishing pigs on pork quality. Pol. J. Natur. Sci., 2009, **4 (24)**, 198-206.

- [9] Karpiesiuk K., Kozera W., Bugnacka D., Falkowski J.: Wpływ warunków chowu tuczników na jakość mięsa i profil kwasów tłuszczowych w mięśniu najdłuższym grzbietu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **3 (88)**, 39-50.
- [10] Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E.: Jakość wieprzowiny i metody jej doskonalenia. Cz. I. Stan jakości surowca wieprzowego w zakresie umięśnienia oraz jakość mięsa i jej odchylenia. *Przegl. Hod.*, 2005, **73 (4)**, 13-20.
- [11] Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E., Przybylski W.: Pork quality and methods of its evaluation – A review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, **56 (3)**, 241-248.
- [12] Kortz J.: The chief defects of meat and methods of detection. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, **10 (51), S, 1(3)**, 6-10.
- [13] Kozera W.: Efektywność tuczu i zachowanie się tuczników w zależności od systemu utrzymania i żywienia. Rozprawa hab. nr 128. Wyd. UWM, Olsztyn 2007, ss. 1-89.
- [14] Lebret B., Meunier-Salaür M.C., Foury A., Mormède P., Dransfield E., Dourmad J.Y.: Influence of rearing conditions on performance, behavioral, and physiological responses of pigs to preslaughter handling, carcass traits, and meat quality. *J. Anim. Sci.*, 2006, **84**, 2436-2447.
- [15] Lebret B.: Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal*, 2008, **2**, 1548-1558.
- [16] Lebret B., Ecolan P., Bonhomme N., Méteau K., Prunier A.: Influence of production system in local and conventional pig breeds on stress indicators at slaughter, muscle and meat traits and pork eating quality. *Animal*, 2015, **9 (8)**, 1404-1413.
- [17] Lisiak D., Grześkowiak E., Janiszewski P., Borzuta K., Pepliński B., Wajszczuk K.: Wpływ intensywności żywienia tuczników na jakość mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, **6 (97)**, 102-112.
- [18] Łyczynski A., Pospiech E., Urbaniak M., Rzoszińska E., Bartkowiak Z., Mikołajczak B., Grześ B.: Meat quality depending on pig genotype. *Ann. Anim. Sci.*, 2002, **Suppl. 2**, 53-56.
- [19] Millet S., Raes K., van de Broeck W., De Smet S., Janssens G.P.J.: Performance and meat quality of organically versus conventionally fed and housed pigs from weaning till slaughtering. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 335-341.
- [20] Myung-Hwa K., Kwan-Sik M., Takayuki S.: Enhancement of pork quality from pigs fed feeds supplemented with antioxidants containing defatted sesame dregs and dried barley leaves. *Int. J. Nutr. Food Sci.*, 2013, **2 (6)**, 301-336.
- [21] Normy żywienia świń. Omnitech Press, Warszawa 1993.
- [22] Orzechowska B., Tyra M., Mucha A.: The use of the meat colour score ( $L^*a^*b^*$ ) to determine pork meat quality. *Int. Conf. "Pig and poultry meat quality-genetic and nongenetic factors"*. EAAP Satellite meeting, Kraków, 2004, October, 14-15.
- [23] PN-75/A-04018/Az3:2002. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [24] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
- [25] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [26] PN-ISO 936:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- [27] Pospiech E., Borzuta K.: Cechy surowcowe a jakość mięsa. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz.*, 1998, **35 (1)**, 7-34.
- [28] Pospiech E.: Diagnozowanie odchyłeń jakości mięsa. *Gosp. Mięś.*, 2000, **4**, 68-71.
- [29] Przybylski W., Jaworska D., Czarniecka-Skubina E., Kajak-Siemaszko K.: Ocena możliwości wyodrebnienia mięsa kulinarnego o wysokiej jakości z uwzględnieniem mięsności tuczników, pomiaru barwy i pH z zastosowaniem analizy skupień. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **4 (59)**, 43-51.
- [30] StatSoft, Inc. 2015. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- [31] Strzelecki J.: Badania nad anatomiczno-przestrzennym rozkładem wad jakościowych mięsa w tuszach wieprzowych uwarunkowanych szybkością i stopniem zakwaszenia. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz.*, 2004, **41 (2)**.

- [32] Zapotoczny P., Kozera W., Karpiesiuk K., Pawłowski R.: The use of computer-assisted image analysis in the evaluation of the effect of management systems on changes in the color, chemical composition and texture of *m. longissimus dorsi* in pigs. *Meat Sci.*, 2014, **4** (97), 518-528.

#### EFFECT OF REARING SYSTEM AND FEEDING METHOD OF FATTENERS ON THEIR SLAUGHTER VALUE AND MEAT QUALITY

##### S u m m a r y

Two experiments were conducted during which the quality was analyzed of meat obtained from fatteners kept indoor in pens with or without straw bedding and fed, during fattening, complete diets or diets with addition of alfalfa green forage in summer or alfalfa hay in winter. In every experiment, crossbred fatteners [♀(♀ PL x ♂ PLW) x ♂ (♀ Pietrain x ♂ Duroc)] were divided into 4 experimental groups (with 12 pigs each). From pig carcasses, the samples of musculus longissimus dorsi (MLD) were taken in order to determine the basic chemical composition, physicochemical properties, and sensory attributes. A cluster analysis was applied to identify correlations among the selected quality parameters of *m. longissimus dorsi*. The meat of all the experimental fatteners was characterized by a very high quality, and no defects of PSE or DFD type were reported in any of the carcasses analyzed; however, there was acid meat (AM) found. The cluster analysis performed illustrated appropriately the quality of the raw material obtained. The similar correlations were found among individual features of musculus longissimus dorsi analyzed under the experiment conducted in summer and in winter.

**Key words:** pig crossbreds, rearing system, feeding, alfalfa, meat quality, cluster analysis 

MONIKA WEREŃSKA-SUDNIK, IWONA CHEŁMECKA, JANINA WOŁOSZYN,  
ANDRZEJ OKRUSZEK, GABRIELA HARAF, AGNIESZKA ORKUSZ

## WPLYW DODATKU PROSZKU Z ZIELONEJ HERBATY NA JAKOŚĆ WYROBÓW PODROBOWYCH PRZECHOWYWANYCH W WARUNKACH CHŁODNICZYCH

### Streszczenie

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu dodatku sproszkowanej zielonej herbaty japońskiej – Matcha, typ Uji, na przebieg zmian oksydacyjnych i hydrolitycznych lipidów, parametry i trwałość barwy oraz ocenę sensoryczną doświadczalnych wyrobów podrobowych, wyprodukowanych w warunkach przemysłowych i przechowywanych chłodniczo.

W wyrobach wyprodukowanych z dodatkiem proszku z zielonej herbaty w ilościach [%]: 1,0, 1,5 i 2, przechowywanych chłodniczo (temp.  $4 \pm 1$  °C) przez 1, 7 i 14 dni oznaczono: liczbę nadtlenu (LN), wartość wskaźnika TBARS, liczbę kwasową (LK), parametry barwy:  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  oraz  $\Delta E$ . Ponadto wykonano ocenę sensoryczną obejmującą: smak, zapach, wygląd na przekroju, konsystencję i ocenę ogólną. Otrzymane wartości porównano z wynikami próby odniesienia, którą stanowił wyrób bez dodatku proszku z zielonej herbaty.

Dodatek proszku z zielonej herbaty wpłynął na spowolnienie procesów utleniania oraz hydrolizy lipidów podczas chłodniczego przechowywania wyrobu podrobowego. Wartość liczby nadtlenu w próbie kontrolnej po 14 dniach przechowywania wyniosła 0,169 mg O<sub>2</sub>/kg tłuszczu, zawartość substancji reagujących z kwasem 2-tiobarbiturowym, wyrażona za pomocą wskaźnika TBARS – 1,98 mg/kg, a liczby kwasowej – 1,82 mg KOH/g. Wartości tych parametrów w produkcie zawierającym 2 % sproszkowanej herbaty były mniejsze o [%]: 3,55, 20,7 i 21,9. Dodatek proszku z zielonej herbaty wpłynął istotnie na parametry barwy ( $L^*$ ,  $b^*$ ) i  $\Delta E$  oraz na wyniki oceny sensorycznej produktów. Na koniec okresu przechowywania ocena ogólna wyrobu kontrolnego określona została jako niepożądana (2 JU), a wyrobów z dodatkiem proszku z zielonej herbaty – jako tolerowana (3 JU).

**Słowa kluczowe:** herbata zielona sproszkowana, wyrób podrobowy, zmiany oksydacyjne i hydrolityczne, przechowywanie chłodnicze

---

*Mgr inż. M. Wereńska-Sudnik, prof. dr hab. inż. J. Wołoszyn, dr hab. inż. A. Okruszek, prof. nadzw., dr inż. G. Haraf, dr inż. A. Orkusz, Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego, Wydz. Inżynierijno-Ekonomiczny, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław, dr inż. I. Chelmecka, Zakład Przetwórstwa Mięsnego Jerzy Gawrycki, ul. Witosa 3, 58-260 Bielawa. Kontakt: monika.werenska@ue.wroc.pl*

## Wprowadzenie

Ze względu na obecność tłuszczu mięso i jego przetwory są podatne na procesy utleniania, które zachodzą w trakcie poddawania surowców różnym zabiegom technologicznym [16, 27]. Podczas chłodniczego przechowywania surowiec mięsny i wyroby z niego wytworzone ulegają przemianom, m.in. utlenianiu i hydrolizie lipidów, co przyczynia się do obniżenia jakości produktów. Utlenianie lipidów prowadzi do degradacji wartościowych składników, w tym niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz witamin. Utlenione kwasy tłuszczowe wykazują działanie mutagenne w stosunku do kwasów nukleinowych i przyczyniają się do kancerogenezy [17]. Wtórne produkty utleniania wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, zwłaszcza aldehydy i ketony, wpływają niekorzystnie na smak, zapach, teksturę oraz znacznie obniżają wartość odżywczą surowca i gotowego produktu [11]. Z utlenianiem lipidów powiązane jest utlenianie białek, które przyczynia się do pogorszenia właściwości funkcjonalnych mięsa, m.in. wodochłonności, zdolności utrzymania wody własnej czy zdolności żelowania [9].

Branża mięsna coraz częściej stara się eliminować stosowanie syntetycznych przeciwutleniaczy i, tam gdzie jest to możliwe, zastępować je przeciwutleniaczami pochodzenia naturalnego, aby spełnić oczekiwania konsumentów. Na podstawie wyników badań przeciwutleniacze te uznawane są za w pełni bezpieczne, w przeciwieństwie do przeciwutleniaczy syntetycznych. Rośliny są popularnym źródłem przeciwutleniaczy. Wykazano, że część z nich ma znacznie silniejsze działanie przeciwutleniające niż przeciwutleniacze syntetyczne [16]. Substancje wykazujące działanie przeciwutleniające najczęściej dodawane są do żywności w postaci ekstraktów otrzymywanych z różnych części roślin, m.in. liści, kwiatostanów, łodyg, nasion, korzeni, skórki, kory czy też z miąższu owocowego.

Do skutecznych przeciwutleniaczy pochodzenia naturalnego należy m.in. zielona herbata, która zawiera aktywne polifenolowe związki przeciwutleniające – katechiny [10]. Stwierdzono, że zielona herbata (typ Uji) charakteryzuje się dużym potencjałem przeciwutleniającym, gdyż jest ok. 140 razy bogatsza w czynne związki niż zwykła jej odmiana [29]. Katechiny zawarte w ekstrakcie z liści herbaty (które coraz częściej wykorzystuje się w technologii przetwórstwa mięsa) wpływają m.in. na procesy hamowania powstawania wolnych rodników, ich neutralizowania, wiązania nadtlenu czy chelatowania jonów metali ciężkich, będących katalizatorami reakcji wolnorodnikowych [8]. Przyczyniają się również do obniżenia potencjału oksydacyjno-redukcyjnego, a przez to do utrzymania pożądanej stabilności barwy surowca i wyrobów mięsnych, zarówno w trakcie przechowywania chłodniczego, jak i zamrażalniczego [13, 19].

Celem pracy była ocena wpływu dodatku sproszkowanej zielonej herbaty japońskiej – Matcha, typ Uji, na przebieg zmian oksydacyjnych i hydrolitycznych lipidów

i wybrane wyróżniki jakościowe (parametry barwy L\*, a\*, b\*, ΔE oraz ocenę sensoryczną) wyrobu podrobowego, wyprodukowanego w warunkach przemysłowych.

### Material i metody badań

Material doświadczalny stanowiły wyroby podrobowe wytworzone w warunkach przemysłowych w zakładzie mięsny. Wyroby wyprodukowano w czterech wariantach recepturowych (tab. 1), zgodnie z obowiązującą w zakładzie Dobrą Praktyką Produkcyjną (GMP).

Tabela 1. Skład recepturowy doświadczalnych wyrobów podrobowych

Table 1. Composition of experimental offal products

Skład recepturowy / Composition of formula		Wariant produkcyjny Production variant			
		I	II	III	IV
Przeciwutleniacz Antioxidant [%]	Proszek z zielonej herbaty / Green tea powder	0	1	1,5	2
Surowce podstawowe Basic raw material [kg]	Surowa wątroba / Raw liver	10	10	10	10
	Tłuszcz pachwinowy / Inguinal fat	35	35	35	35
	Skórki wieprzowe / Pork rinds	15	15	15	15
	Słonina / Fatback	25	25	25	25
	Gorąca woda / Hot water	25	25	25	25
Dodatki Additives [%]	Mieszanka peklująca i inne dodatki Curing mix and other additives	3,48	3,48	3,48	3,48

W trzech wariantach recepturowych zastosowano jako naturalny przeciwutleniacz proszek z zielonej herbaty japońskiej Matcha – typ Uji (Japonia) otrzymywany przez zmielenie wysuszonych liści odmiany Tencha. Sproszkowaną herbatę dodawano w ilościach [%]: 1,0, 1,5 i 2,0 (warianty recepturowe II, III i IV) w stosunku do całkowitej masy farszu. Próbę kontrolną stanowił wyrób o tym samym składzie recepturowym, bez dodatku proszku z zielonej herbaty (wariant I). Wyrób nadziewano w osłonki wiskozowe (Viscoflex®), formując batony o długości 20 cm. W zakładzie mięsny, na potrzeby badań przechowalniczych, wyroby zapakowano próżniowo (wysokość próżni – 99 %) w wysokobarierową folię poliamidowo-polietylenową (PA/PE) o przepuszczalności tlenu – 70 [cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> × 24 h 0,1 MPa], ditlenku węgla – 287 [cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> × 24 h 0,1 MPa] oraz pary wodnej – 10,3 [g/m<sup>2</sup> × 24 h].

Gotowe wyroby (n = 12 szt. w każdym wariantcie recepturowym) poddawano analizie laboratoryjnej po 24 h od zakończenia pełnego cyklu produkcyjnego oraz po 7 i 14 dniach chłodniczego przechowywania w temp. 4 ± 1 °C. Oznaczano: zawartość tłuszczu ogólnego metodą Soxhletha-Henkla [2], przy wykorzystaniu aparatu Soxtec HT2 (firmy TECATOR), liczbę nadtlenkową (LN) zgodnie z normą [24], zawartość



aldehydu malonowego metodą Saliha [26] w modyfikacji Pikula [22] i wyrażano jako wskaźnik TBARS w mg aldehydu malonowego/kg wyrobu. Absorbancję mierzono przy użyciu spektrofotometru Specord 210 Analytik (Jena AG, Jena, Niemcy) przy długości fali  $\lambda = 532$  nm oraz liczbę kwasową (LK) zgodnie z normą [23].

Instrumentalny pomiar jasności fotometrycznej barwy –  $L^*$  oraz składowe monochromatyczne, tj. wartości parametrów  $a^*$  i  $b^*$  wykonywano w systemie CIE  $L^*a^*b^*$  według metodyki CIE [6], przy użyciu spektrofotometru odbiciowego Minolta CR-310 (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japonia). Wartość  $\Delta E$ , wyrażoną jako zmianę barwy, obliczano z równania:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}, \text{ gdzie:}$$

wartość różnicy jasności fotometrycznej barwy  $\Delta L^*$  oraz parametrów  $\Delta a^*$  i  $\Delta b^*$  obliczano zgodnie z następującymi formułami:  $\Delta L = L^* - L^*_t$ ;  $\Delta a^* = a^* - a^*_t$ ;  $\Delta b^* = b^* - b^*_t$ , gdzie  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  – zmierzone wartości parametrów barwy powierzchni wyrobu 24 h po wyprodukowaniu;  $L^*_t$ ,  $a^*_t$ ,  $b^*_t$  – wartości barwy wyrobów po 7 i 14 dniach chłodniczego przechowywania. Urządzenie skalibrowano według wzorca bieli ( $y = 93,50$ ;  $x = 0,3114$ ;  $z = 0,3190$ ). Pomiarów parametrów barwy wykonywano na powierzchni przekroju poprzecznego wyrobów po 15 min od otwarcia opakowania.

Badane wyroby (plastry o grubości 1 cm, wycięte z centrum geometrycznego wyrobu) poddawano ocenie sensorycznej przy udziale panelu oceniającego, składającego się z 8 osób (o ustalonej wrażliwości sensorycznej i przeszkolonych) [3]. Oceny wykonywano z użyciem 6-punktowej skali wyrażonej w jednostkach umownych (JU). Oceńniano następujące wyróżniki: smak, zapach, wygląd na przekroju, konsystencję, wygląd ogólny (noty łączne określano słownie z przedziału: 1 ÷ 2 – ocena niepożądana, 3 ÷ 4 – ocena tolerowana, 5 ÷ 6 – ocena pożądana) [21].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Jako miary zmienności obliczono wartości średnie ( $\bar{x}$ ) i odchylenia standardowe (s). Ponadto wykonano dwuczynnikową analizę wariancji – ANOVA (wariant recepturowy i czas przechowywania chłodniczego). Statystyczną istotność różnic między wartościami średnimi grup (wszystkich badanych parametrów) szacowano testem rozstępu Tukeya przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$ . Obliczenia wykonano przy użyciu pakietu statystycznego Statistica<sup>®</sup>, wersja 12.0 (Statsoft InC., Tulusa, USA).

## Wyniki i dyskusja

Zawartość tłuszczu w badanych wyrobach (24 h po zakończeniu pełnego cyklu produkcyjnego) wyniosła około 27 %, co czyniło je produktami podatnymi na procesy utleniania zachodzące w trakcie ich przechowywania. Z uwagi na to, że w początkowym etapie utleniania lipidów powstają nadtlenki oraz hydronadtlenki w wyrobach

podrobowych przechowywanych chłodniczo przez 14 dni wyliczono wartości liczby nadtlenkowej (LN) określającej ilość powstających pierwotnych produktów utleniania lipidów. Stopień zaawansowania procesów utleniania lipidów w wyrobach wyrażono za pomocą liczby nadtlenkowej oraz wskaźnika TBARS (wyrażającego ilość produktów powstających w reakcji z kwasem 2-tiobarbiturowym), natomiast stopień hydrolizy – za pomocą liczby kwasowej (LK) – tab. 2, 3 i 4.

Tabela 2. Wartości liczby nadtlenkowej doświadczalnych wyrobów podrobowych [mg O<sub>2</sub>/kg tłuszczu]  
Table 2. Peroxide value [mg O<sub>2</sub>/kg of fat]

Zawartość przeciwutleniacza Content of antioxidant [%]	Czas przechowywania Storage period [dni / days]		
	1	7	14
0,0	0,147 <sup>bx</sup> ± 0,02	0,149 <sup>bx</sup> ± 0,02	0,169 <sup>a</sup> ± 0,03
1,0	0,133 <sup>by</sup> ± 0,04	0,136 <sup>by</sup> ± 0,03	0,166 <sup>a</sup> ± 0,04
1,5	0,133 <sup>by</sup> ± 0,03	0,136 <sup>by</sup> ± 0,04	0,166 <sup>a</sup> ± 0,02
2,0	0,126 <sup>byz</sup> ± 0,02	0,130 <sup>byz</sup> ± 0,02	0,164 <sup>a</sup> ± 0,03

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; n = 12; a, b – różne litery w wierszach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu na czas przechowywania ( $p \leq 0,05$ ) / different letters in rows denote statistically significant differences owing to storage time period, at  $p \leq 0,05$ ; x, y, z – różne litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne ze względu na dodatek proszku z zielonej herbaty ( $p \leq 0,05$ ) / different letters in columns denote statistically significant differences owing to green tea powder added, at  $p \leq 0,05$ .

Dodatek proszku z zielonej herbaty nie wpływał na hamownie powstawania pierwotnych produktów utleniania tłuszczu, przy czym wyliczone wartości LN wyrobów ocenianych po 24 h od ich wyprodukowania oraz po 7 dniach chłodniczego przechowywania nie różniły się istotnie. We wszystkich badanych wariantach recepturowych zostały stwierdzone statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ) różnice między średnimi wartościami LN wyrobów przechowywanych przez 14 dni a przechowywanych przez 24 h i 7 dni od ich wyprodukowania (tab. 2). Zmiany te można tłumaczyć interakcją produktów utleniania lipidów z innymi produktami powstającymi podczas ich jełczenia oraz tym, że nadtlenki nie są związkami trwałymi i ulegają w trakcie przechowywania dalszym przemianom chemicznym [15]. Różnice wartości LN po 14 dniach chłodniczego przechowywania pomiędzy wyrobem kontrolnym a wyrobami z dodatkiem proszku z zielonej herbaty nie zostały potwierdzone statystycznie (tab. 2). Flaczyk i wsp. [7] stwierdzili obecność pierwotnych produktów utleniania lipidów już w 1. dniu chłodniczego przechowywania farszu mięsnego z dodatkiem ekstraktów z zielonych i żółtych liści miłorzębu dwuklapowego. Ponadto autorzy ci stwierdzili, że wartość liczby nadtlenkowej nie zmieniła się po jednym dniu i po 7 dniach przechowywania

chłodniczego, a po 14 i 21 dniach przechowywania nastąpił zróżnicowany, nieproporcjonalny wzrost wartości LN. Zdolność inhibitowania procesów utleniania lipidów Flaczyk i wsp. [7] przypisują znacznej ilości polifenoli zawartych w liściach miłorzębu dwuklapowego, powszechnie stosowanego jako składnik produktów farmaceutycznych.

Przeciwtleniające działanie proszku z zielonej herbaty zaobserwowano w stosunku do wtórnych produktów oksydacji lipidów oznaczonych jako TBARS. Wartość wskaźnika TBARS wyrobów z dodatkiem proszku z zielonej herbaty po 14 dniach przechowywania była istotnie ( $p \leq 0,05$ ) niższa w porównaniu z próbą kontrolną (tab. 3). Postępujący proces utleniania lipidów zawartych w próbce kontrolnej skutkowało zwiększeniem ilości powstałych produktów reakcji z kwasem 2-tiobarbiturowym o ok. 33 % po 14 dniach chłodniczego przechowywania. Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu dodatku proszku z zielonej herbaty (1,0, 1,5 i 2,0 %) na wartość wskaźnika TBARS wyrobów przechowywanych chłodniczo przez 1 dzień i 7 dni.

Tabela 3. Wartości wskaźnika TBARS doświadczalnych wyrobów podrobowych [mg/kg produktu]  
Table 3. Values of TBARS indicator of experimental offal products [mg/kg of product]

Zawartość przeciwtleniacza Content of antioxidant [%]	Czas przechowywania / Storage period [dni / days]		
	1	7	14
0,0	1,48 <sup>b</sup> ± 0,03	1,54 <sup>b</sup> ± 0,01	1,98 <sup>ax</sup> ± 0,01
1,0	1,55 <sup>b</sup> ± 0,03	1,55 <sup>b</sup> ± 0,07	1,66 <sup>ay</sup> ± 0,01
1,5	1,52 <sup>b</sup> ± 0,04	1,55 <sup>b</sup> ± 0,08	1,62 <sup>ay</sup> ± 0,04
2,0	1,44 <sup>b</sup> ± 0,06	1,47 <sup>b</sup> ± 0,03	1,57 <sup>ay</sup> ± 0,01

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

Wartość wskaźnika TBARS wyrobów doświadczalnych podczas 14-dniowego przechowywania istotnie wzrosła. Po 1 dniu i 7 dniach chłodniczego przechowywania nie zaobserwowano istotnych różnic wartości wskaźnika TBARS między ocenianymi wyrobami, natomiast po 14 dniach przechowywania wyrób kontrolny charakteryzował się wyższą wartością TBARS w porównaniu z wyrobami z dodatkiem proszku z zielonej herbaty.

W literaturze przedmiotu brakuje informacji na temat wpływu dodatku do wyrobów podrobowych proszku z zielonej herbaty jako naturalnego przeciwtleniacza. Liczne są natomiast te, które opisują zastosowanie ekstraktów, naparów lub czystych katechin (otrzymywanych z herbat) do mięsa lub jego przetworów. Zmniejszenie ilości powstawania wtórnych produktów utleniania, wyrażone liczbą TBARS, w wyrobach z dodatkiem ekstraktu zielonej herbaty w proszku wykazali Cheorun i wsp. [5] w pasztecie wieprzowym (czas przechowywania 15 dni). Podobnie efekt przeciwtleniający

związany z wysoką zdolnością przeciwutleniającą składników ekstraktu z zielonej herbaty w pulpetach wieprzowych stwierdzili Nissen i wsp. [20] (czas przechowywania 10 dni) oraz Hęś i wsp. [12] (czas przechowywania 6 miesięcy). Autorzy ci podają, że wartość wskaźnika TBARS w próbach z ekstraktem z zielonej herbaty była istotnie niższa w porównaniu z próbami kontrolnymi. Również dodatek katechin wyekstrahowanych z zielonej herbaty przyczynił się do skutecznej ochrony przed utlenianiem lipidów zawartych w kielbaskach wołowych i drobiowych (czas przechowywania 7 dni) oraz w przetworach z mielonego mięsa wieprzowego (czas przechowywania 7 dni, skład katechin – 40 % EGCG, 12 % EGC, 12 % ECG, 10 % EC) [19, 28].

Mitsumoto i wsp. [19] oraz Hęś i wsp. [12] stwierdzili, że dodatek naparu z zielonej herbaty do przetworów z mięsa wieprzowego, wołowego oraz mielonego mięsa wieprzowego, przechowywanych zarówno chłodniczo, jak i zamrażalniczo wpłynął skutecznie nie tylko na spowolnienie tempa utleniania lipidów, lecz także na poprawę ich właściwości reologicznych.

Wraz z wydłużaniem czasu przechowywania zaobserwowano istotny wzrost wartości LK we wszystkich badanych próbach. Najwyższą wartością LK charakteryzował się wyrób kontrolny po 14 dniach chłodniczego przechowywania, natomiast najniższą – wyroby z dodatkiem proszku z zielonej herbaty badane po 24 h od zakończenia cyklu produkcyjnego (tab. 4).

Tabela 4. Liczba kwasowa doświadczalnych wyrobów podrobowych [mg KOH/g tłuszczu]

Table 4. Acid value of experimental offal products [mg KOH/g of fat]

Zawartość przeciwutleniacza Content of antioxidant [%]	Czas przechowywania / Storage period [dni / days]		
	1	7	14
0,0	1,00 <sup>cx</sup> ± 0,04	1,38 <sup>bx</sup> ± 0,02	1,82 <sup>ax</sup> ± 0,01
1,0	0,91 <sup>cy</sup> ± 0,01	1,11 <sup>by</sup> ± 0,04	1,62 <sup>ay</sup> ± 0,04
1,5	0,91 <sup>cy</sup> ± 0,00	1,33 <sup>byz</sup> ± 0,02	1,45 <sup>ayz</sup> ± 0,04
2,0	0,93 <sup>cy</sup> ± 0,02	1,15 <sup>by</sup> ± 0,01	1,42 <sup>ayz</sup> ± 0,04

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

Wzrost wartości LK wraz z wydłużaniem czasu przechowywania stwierdziła również Karpińska-Tymoszczyk [14] w klopsach z mięsa drobiowego (czas przechowywania 15 dni). Natomiast Pyrcz i wsp. [25] wskazują na metodę obróbki termicznej jako czynnik decydujący o początkowej wartości liczby kwasowej. W badaniach wymienionych autorów wartość LK oznaczona w pasztetowej wynosiła 0,494 ÷ 0,648 mg KOH/g tłuszczu (po pasteryzacji) oraz 0,541 ÷ 0,678 mg KOH/g tłuszczu (po sterylizacji).

Wartość parametru L\* badanych wyrobów zmniejszała się wraz z wydłużaniem czasu chłodniczego przechowywania, zarówno w próbach z dodatkiem proszku z zie-

lonej herbaty, jak i w próbie kontrolnej (tab. 5). Wyrób kontrolny charakteryzował się najwyższą wartością parametru L\* w całym okresie chłodniczego przechowywania, w porównaniu z wyrobami z dodatkiem proszku z zielonej herbaty. Wartość parametru a\* wyrobów zawierających dodatek proszku z zielonej herbaty była niższa w porównaniu z próbą kontrolną w całym okresie przechowywania i nie uległa zmianie we wszystkich badanych wariantach recepturowych w ciągu 14-dniowego chłodniczego przechowywania. Natomiast wartość parametru b\* nie zmieniła się istotnie podczas 14-dniowego chłodniczego przechowywania w wyrobie kontrolnym i z 1-procentowym dodatkiem proszku z zielonej herbaty, a w wyrobach z 1,5- i 2-procentowym dodatkiem przeciwutleniacza wartości parametru b\* zmniejszyły się (tab. 5).

Tabela 5. Parametry barwy doświadczalnych wyrobów podrobowych

Table 5. Colour parameters of experimental offal products

Parametr Parameter	Zawartość przeciwutleniacza Content of antioxidant [%]	Czas przechowywania / Storage period [dni / days]		
		1	7	14
L*	0,0	64,13 <sup>ax</sup> ± 0,03	63,60 <sup>bx</sup> ± 0,09	62,40 <sup>cx</sup> ± 0,32
	1,0	63,51 <sup>ay</sup> ± 0,21	62,38 <sup>ay</sup> ± 0,01	60,76 <sup>by</sup> ± 0,06
	1,5	62,74 <sup>ayz</sup> ± 0,03	61,21 <sup>byz</sup> ± 0,18	59,20 <sup>cyz</sup> ± 0,31
	2,0	61,11 <sup>ayw</sup> ± 0,03	61,08 <sup>ayz</sup> ± 0,04	59,17 <sup>byz</sup> ± 0,01
a*	0,0	11,55 <sup>x</sup> ± 0,02	11,32 <sup>x</sup> ± 0,20	11,55 <sup>x</sup> ± 0,05
	1,0	8,34 <sup>yz</sup> ± 0,21	8,37 <sup>yz</sup> ± 0,02	8,39 <sup>yz</sup> ± 0,06
	1,5	8,70 <sup>y</sup> ± 0,21	8,81 <sup>y</sup> ± 0,07	8,87 <sup>y</sup> ± 0,08
	2,0	8,07 <sup>yw</sup> ± 0,02	8,21 <sup>yw</sup> ± 0,06	8,30 <sup>yw</sup> ± 0,13
b*	0,0	9,17 <sup>x</sup> ± 0,15	9,16 <sup>x</sup> ± 0,03	8,99 <sup>x</sup> ± 0,14
	1,0	7,63 <sup>yz</sup> ± 0,10	7,57 <sup>yz</sup> ± 0,05	7,50 <sup>yz</sup> ± 0,04
	1,5	8,83 <sup>ay</sup> ± 0,02	8,47 <sup>by</sup> ± 0,12	8,46 <sup>by</sup> ± 0,20
	2,0	9,38 <sup>ax</sup> ± 0,24	9,21 <sup>ax</sup> ± 0,04	8,89 <sup>bx</sup> ± 0,06
ΔE	0,0	-	0,62 <sup>x</sup> ± 0,09	1,83 <sup>y</sup> ± 0,29
	1,0	-	0,30 <sup>y</sup> ± 0,11	1,62 <sup>yz</sup> ± 0,17
	1,5	-	0,58 <sup>x</sup> ± 0,05	1,58 <sup>yz</sup> ± 0,27
	2,0	-	0,28 <sup>y</sup> ± 0,16	1,98 <sup>x</sup> ± 0,08

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

Niektórzy badacze twierdzą, że zmiana barwy chłodniczo przechowywanych wyrobów mięsnych, w tym drobiowych, wyrażająca się zmianami wartości parametrów L\* i b\* mogła być spowodowana ciemną barwą dodatków roślinnych (ekstrakty z zielonej herbaty, pestek winogron, śliwek) [1, 4, 18, 19].

Wartość parametru  $\Delta E$  wskazuje na zmiany barwy przechowywanych wyrobów. Zakres, w którym doświadczony obserwator zauważy różnicę barwy wynosi  $1 \div 2$ , natomiast poniżej tego zakresu przyjmuje się, że zmiany są niezauważalne. Po 7 dniach chłodniczego przechowywania wartości parametru  $\Delta E$  wszystkich wyrobów były niższe od 1, co wskazuje, że były one niezauważalne dla oceniającego. Natomiast po 14 dniach przechowywania zaobserwowano zmiany barwy wszystkich wyrobów, przy czym dodatek proszku z zielonej herbaty wpłynął pozytywnie na ocenę ogólną wyrobów, które ocenione zostały jako tolerowane, natomiast wyrób kontrolny – jako nietolerowany (tab. 6).

Tabela 6. Ocena sensoryczna doświadczalnych wyrobów podrobowych

Table 6. Sensory evaluation of experimental offal products

Wyróżnik Trait	Zawartość przeciwutleniacza Content of antioxidant [%]	Czas przechowywania / Storage period [dni / days]		
		1	7	14
Smak Taste	0,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,25 <sup>by</sup> ± 0,46	2,00 <sup>cy</sup> ± 0,00
	1,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,50 <sup>bx</sup> ± 0,53	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
	1,5	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,50 <sup>bx</sup> ± 0,53	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
	2,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,25 <sup>by</sup> ± 0,46	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
Zapach Smell	0,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,25 <sup>b</sup> ± 0,46	2,50 <sup>cy</sup> ± 0,53
	1,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,25 <sup>b</sup> ± 0,46	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
	1,5	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,25 <sup>b</sup> ± 0,46	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
	2,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,25 <sup>b</sup> ± 0,46	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
Wygląd na przekroju Cross-sectional appearance	0,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,50 <sup>b</sup> ± 0,53	2,25 <sup>cy</sup> ± 0,46
	1,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,25 <sup>b</sup> ± 0,46	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
	1,5	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,50 <sup>b</sup> ± 0,53	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
	2,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,25 <sup>b</sup> ± 0,46	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
Konsystencja Consistency	0,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,00 <sup>by</sup> ± 0,00	2,00 <sup>cy</sup> ± 0,00
	1,0	6,00 <sup>ax</sup> ± 0,00	5,75 <sup>ax</sup> ± 0,46	3,00 <sup>bx</sup> ± 0,00
	1,5	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,00 <sup>by</sup> ± 0,00	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
	2,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,25 <sup>by</sup> ± 0,46	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
Ocena ogólna Overall rate	0,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,00 <sup>by</sup> ± 0,00	2,00 <sup>cy</sup> ± 0,00
	1,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,25 <sup>by</sup> ± 0,46	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
	1,5	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,50 <sup>bx</sup> ± 0,53	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00
	2,0	6,00 <sup>a</sup> ± 0,00	5,50 <sup>bx</sup> ± 0,53	3,00 <sup>cx</sup> ± 0,00

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

Zarówno wyroby kontrolne, jak i z dodatkiem proszku z zielonej herbaty, zostały ocenione najwyżej za wszystkie wyróżniki uwzględnione w analizie sensorycznej, tj.

smak, zapach, wygląd na przekroju, konsystencję oraz ocenę ogólną po 24 h od zakończenia cyklu produkcyjnego (tab. 6). Dodatek przeciwutleniacza w postaci proszku z zielonej herbaty wpłynął najkorzystniej na zachowanie wyjściowych cech wyrobów podrobowych przez 7 dni ich przechowywania w warunkach chłodniczych (tab. 6). Analiza przeprowadzona po 14 dniach przechowywania wyrobów wskazuje, że oceniane atrybuty jakościowe zmieniły się istotnie w porównaniu z wyrobem kontrolnym, jak i przechowywanym przez 7 dni, co wskazuje, że dodatek zastosowanego w badaniach przeciwutleniacza najefektywniej spowalnia procesy oksydacyjne zachodzące w badanym produkcie w okresie krótszym niż 14 dni jego przechowywania w opakowaniu próżniowym w warunkach chłodniczych.

### Wnioski

1. Dodatek proszku z zielonej herbaty do wyrobu podrobowego przyczynił się do spowolnienia zmian lipidów podczas 14-dniowego chłodniczego przechowywania. Świadczyły o tym wartości liczby nadtlenczkowej, wskaźnika, TBARS i liczby kwasowej.
2. Dodatek proszku z zielonej herbaty wpłynął na zmiany parametrów barwy L\* oraz b\*, nie powodując jednocześnie negatywnego wrażenia sensorycznego wyglądu ogólnego u oceniających.
3. Dodatek proszku z zielonej herbaty może być skutecznym sposobem przedłużenia trwałości wyrobów podrobowych.

### Literatura

- [1] Ahn J., Grun I.U., Mustapha A.: Effects of plants extracts on microbiological growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiol.*, 2007, **24**, 7-14.
- [2] AOAC International: Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> ed. AOAC Intern., Washington, DC, 1995.
- [3] Baryłko-Piekielna N., Matuszewska I.: Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowanie. Wyd. II. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2014.
- [4] Carpenter R., O'Grady M.N., O'Callaghan Y.C., O'Brien N.M., Kerry J.P.: Evaluation of the antioxidant potential of grape seed and bearberry extracts in raw and cooked pork. *Meat Sci.*, 2007, **76**, 604-610.
- [5] Cheorun J., Jun H.S., Cheon B.S., Myung W.B.: Functional properties of raw and cooked pork patties with added irradiated, freeze-dried green tea leaf extract powder during storage at 4 °C. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 13-17.
- [6] CIE: Colorimetry. Commission Internationale de l'Éclairage. Publication CIE 15.2. 2<sup>nd</sup> ed. Vienna, Austria, 1986, pp. 19-58.
- [7] Flaczyk E., Kobus-Cisowska J., Jeszka M.: Wpływ dodatku ekstraktów z liści miłorzębu dwuklapowego na stabilność oksydacyjną lipidów farszu pierogów mięsnych przechowywanych w warunkach chłodniczych. *Nauka Przyr. Technol.*, 2009, **3** (4), 117-128.
- [8] Gramza A., Korczak J., Amarowicz R.: Tea polyphenols – their antioxidant properties and biological activity – a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14** (55), 219-235.
- [9] Gramza A., Korczak J.: Tea constituents (*Camelia sinensis L.*) as antioxidants in lipid systems. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005, **16**, 351-358.

- [10] Gramza-Michałowska A., Bajerska-Jarzębowska J.: Leaves of *Camellia sinesisensis*: Ordinary brewing plant or super antioxidant source? *Food*, 2007, **1**, 56-64.
- [11] Hęś M., Korczak J.: Wpływ różnych czynników na szybkość utleniania się lipidów mięsa. *Nauka Przyr. Technol.*, 2007, **1** (1), 3-14.
- [12] Hęś M., Gramza-Michałowska A., Szymandera-Buszk K.: Wpływ wybranych metod ogrzewania oraz zamrażalniczego przechowywania na utlenianie się lipidów w produktach mięsnych z dodatkiem przeciwutleniaczy. *Bromatol. Chem. Toksyk.*, 2009, **XLII** (3), 455-459.
- [13] Jachacz L., Dolatowski Z.: Wpływ naparu herbaty na stabilność produktów mięsnych podczas przechowywania. *Roczn. Instyt. Przem. Mięsnego i Tłuszcz.*, 2009, **XLVII** (2), 66-75.
- [14] Karpińska-Tymoszczyk M.: The effect of rosemary, sodium erythorbate and their mixture and packaging method on the quality of turkey meatballs. *Food Sci. Technol. Res.*, 2012, **18** (2), 131-142.
- [15] Karpińska-Tymoszczyk M., Danowska-Oziewicz M.: Wpływ dodatku modyfikowanych skrobi kukurydzianych na jakość wyrobów z mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2012, **XLV** (3), 549-555.
- [16] Karre L., Lopez K., Getty K. J. K.: Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Sci.*, 2013, **94**, 220-227.
- [17] Klimczak J., Irzyniec Z.: Szybkość zmian oksydacyjnych lipidów w funkcji temperatury przechowywania mrożonego boczku wędzonego. *Chłodnictwo*, 2008, **XLIII** (4), 54-57.
- [18] Lee E. K., Ahn D. U.: Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extracts. *Meat Sci.*, 2005, **71**, 300-305.
- [19] Mitsumoto M., O'Grady M.N., Kerry J.P., Buckley D.J.: Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 773-779.
- [20] Nissen L.R., Byrne D.V., Bertelsen G., Skibsted L.H.: The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Sci.*, 2004, **68**, 485-495.
- [21] Orkusz A.: Wpływ barierowości opakowania kulinarnych mięśni udowych indyków pakowanych w modyfikowanej atmosferze na ich cechy sensoryczne. *Nauki Inż. Technol.*, 2014, **2** (13), 68-76.
- [22] Pikul J.: Ocena technologiczna surowców i produktów przemysłu drobiarskiego. Wyd. AR, Poznań 1993.
- [23] PN-EN ISO 660:2010. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- [24] PN-EN ISO 3960:2012. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenczkowej. Jodometryczne (wizualne) oznaczanie punktu końcowego.
- [25] Pyrecz J., Pietrończyk K., Danyluk B., Kowalski R., Bilska A.: Wpływ wybranych emulgatorów oraz rodzaju obróbki termicznej na stabilność frakcji lipidowej wędlin podrobowych typu "pasztetowa". *Nauka Przyr. Technol.*, 2011, **5** (3), 19-27.
- [26] Salih A.M., Smith D.M., Price J.F., Dawson L.E.: Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry. *Poultry Sci.*, 1987, **66**, 1483-1488.
- [27] Shah M.A., Don Bosco S.J., Mir S.A.: Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Sci.*, 2014, **98**, 21-33.
- [28] Tang S.Z., Ou S.Y., Huang X.S., Li W., Kerry J.P., Buckley D.J.: Effects of added tea catechins on colour stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions. *J. Food Eng.*, 2006, **77**, 248-253.
- [29] Weiss D.J., Anderton C.R.: Determination of catechins in matcha green tea by micellar electrokinetic chromatography. *J. Chromatography A*, 2003, **1011**, 173-180.



**EFFECT OF GREEN TEA POWDER ADDED ON QUALITY OF OFFAL PRODUCTS STORED UNDER REFRIGERATION****S u m m a r y**

The objective of the research studies was to assess the effect of powdered Japanese green tea, Matcha, Uji type, on oxidative and hydrolytic changes in lipids as well as on parameters and stability of colour, and on sensory evaluation of experimental offal products produced under industrial conditions and cold stored.

The products analysed were manufactured with varying % amounts (1.0; 1.5; 2.0) of added green tea powder and cold stored (at a temperature of  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ) during a period of 1, 7, and 14 days. As for those products, the following was determined: peroxide value (PV); TBARS indicator value; acid value (AV); colour parameters:  $L^*$ ;  $a^*$ ;  $b^*$ ; and  $\Delta E$ . Furthermore, a sensory analysis was carried out and covered: taste, smell, cross-sectional appearance, consistency, and overall evaluation rate. The results obtained were compared with the analysis results of the control sample that was a product with no green tea powder added.

The addition of green tea powder caused the processes of lipid oxidation and lipid hydrolysis to slow down during cold storage. As for the 14-day cold stored control sample, its peroxide value was 0.169 mg  $\text{O}_2/\text{kg}$  of fat, the content of 2-thiobarbituric acid reactive substances therein and expressed as a TBARS indicator was 1.98 mg/kg, and its acid value was 1.82 mg KOH/1 g. As for the product containing 2 % of green tea powder, the values of those parameters were, respectively, by 3.55, 20.7, and 21.9 % percentage points lower. The addition of green tea powder significantly affected the colour parameters ( $L^*$ ,  $b^*$ ),  $\Delta E$ , and the sensory evaluation of the products. At the end of the storage period, the overall evaluation of the control sample was rated as undesirable (2 CU) while that of the products with green tea powder added as tolerable (3 CU).

**Key words:** green tea powder, offal product, oxidative and hydrolytic changes, cold storage ☒

MAGDALENA A. OLSZEWSKA, ALEKSANDRA M. KOCOT, IWONA MOTUK,  
LUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM

**METODA BARWIENIA FLUORESCENCYJNEGO LIVE/DEAD  
BACLIGHT™ W BADANIACH STANU FIZJOLOGICZNEGO  
*LACTOBACILLUS* SPP.**

Streszczenie

W niektórych gałęziach przemysłu bakterie *Lactobacillus* spp. mogą być niepożądane i odpowiedzialne za wady produktów, np. w browarnictwie czy winiarstwie. Ich obecność w środowisku przemysłowym jest wynikiem przystosowania się do niekorzystnych warunków, choć nie wszystkie mechanizmy są w pełni poznane. Celem podjętych badań była ocena stanu fizjologicznego komórek *Lactobacillus* spp. poddanych działaniu stresu wywołanego środkami dezynfekcyjnymi. Analizę przeprowadzono za pomocą barwienia fluorescencyjnego LIVE/DEAD BacLight™, które pozwoliło określić żywotność komórek na podstawie ciągłości błon cytoplazmatycznych oraz metodą posiewów płytkowych do oznaczenia liczby bakterii tworzących kolonie. Różnica między żywotnością a hodowalnością bakterii wykazała obecności komórek w stanie niehodowalności VBNC (ang. *viable but nonculturable*). Tego rodzaju obserwacje wskazują na potrzebę szerszego zglebienia fizjologii *Lactobacillus* spp. w odpowiedzi na stropy środowiskowe. Badania z tego zakresu mogą być również istotne dla kontroli mikrobiologicznej środowiska przemysłowego.

**Słowa kluczowe:** *Lactobacillus* spp., stan fizjologiczny, stan VBNC, barwienie fluorescencyjne, posiewy płytkowe

**Wprowadzenie**

Bakterie z rodzaju *Lactobacillus* znajdują zastosowanie w przemyśle spożywczym oraz farmaceutycznym ze względu na pożądane właściwości technologiczne i funkcjonalne [5]. Niekiedy mogą być jednak odpowiedzialne za wady produktów np. w browarnictwie czy winiarstwie. Pałeczki fermentacji mlekowej prowadzące ferment-

---

Dr M. A. Olszewska, mgr A. M. Kocot, mgr I. Motuk, prof. dr hab. Ł. Łaniewska-Trokenheim, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Pl. Cieszyński 1, 10-726 Olsztyn. Kontakt: magdalena.olszewska@uwm.edu.pl

tację piwa mogą prowadzić do jego zmętnienia i występowania obcych posmaków [17]. Lista wyizolowanych i zidentyfikowanych gatunków *Lactobacillus* powodujących wady pochodzenia mikrobiologicznego piwa jest coraz dłuższa i obejmuje: *L. brevis*, *L. brevisimilis*, *L. lindneri*, *L. buchneri*, *L. casei*, *L. curvatus*, *L. corynefermis*, *L. malefermentans*, *L. parabuchneri*, *L. plantarum*, *L. backii*, *L. collinoides*, *L. rossie* [19]. Produkcja kwasu mlekowego i kwasów lotnych przez bakterie fermentacji mlekowej w winie może prowadzić do utraty jego klarowności, zmiany zapachu kojarzącego się z zapachem kiszzonej kapusty, zsiadłego mleka lub tzw. smaku słodko-kwaśnego. [2]. Przyczyną wad wina może być też niekontrolowana fermentacja malolaktyczna, a w przypadku dużej zawartości glukozy i fruktozy – niepożądane zakwaszenie. Heterofermentatywne szczepy *Lactobacillus* mogą redukować fruktozę do mannitolu, co powoduje nieprzyjemny zapach i smak [17]. Niekorzystną cechą bakterii fermentacji mlekowej może być wytwarzanie toksycznych dla człowieka amin biogenych, np. histaminy. Ryzyko kontaminacji mikrobiologicznej prowadzące do zepsucia produktu związane jest z wieloma aspektami technicznymi i procesowymi produkcji. Najważniejsze zależą od układu linii produkcyjnej i sposobu pasteryzacji [19]. Równie istotna jest skuteczność procesów mycia i dezynfekcji mających na celu usunięcie drobnoustrojów z przestrzeni produkcyjnych, choć nie wolno pomijać coraz częściej zgłaszanego problemu narastania oporności i tolerancji bakterii na stosowane zabiegi dezynfekcyjne [6]. Ważna jest także właściwa kontrola jakości mikrobiologicznej i bezpieczeństwa produktu [1]. W celu zabezpieczenia produktu w procesie wytwórczym należy stosować odpowiednio dobrane procedury, reagować dostatecznie szybko na niepożądane zmiany a także wprowadzać innowacje w zwalczaniu i zapobieganiu kontaminacji.

Celem pracy było oznaczenie oporności *Lactobacillus* spp. na środki dezynfekcyjne na bazie aktywnego chloru oraz czwartorzędowych związków amoniowych, najczęściej stosowane w przemyśle spożywczym oraz ocena stanu fizjologicznego komórek pod wpływem zastosowanych środków.

### **Materialy i metody badań**

Do zrealizowania celu pracy zastosowano klasyczną metodę płytkową i metodę barwienia fluorescencyjnego LIVE/DEAD BacLight™. Badano zatem oporność bakterii *Lactobacillus* spp. na środki dezynfekcyjne oraz określano stan fizjologiczny komórek w obecności środków dezynfekcyjnych, aby opisać stan niehodowalności określaną jako VBNC (ang. *viable but nonculturable*).

Organizacja doświadczenia polegała na oznaczeniu minimalnego stężenia hamującego (MIC – ang. *minimal inhibitory concentration*) środków dezynfekcyjnych Pursept (Merz) i Medicarine (Ecolab) w stosunku do szczepów *Lactobacillus* spp.: *L. plantarum* 1a, *L. plantarum* 4a, *L. plantarum* 6a, *L. plantarum* 7a, *L. plantarum* 8a, *L.*

*plantarum* 1c, *L. plantarum* 6b, *L. curvatus* 17b, *L. curvatus* 23b. Medicarine to środek, który zawiera aktywny chlor (dichloroizocyjanuran sodu, NaDCC), natomiast Pursept jest preparatem na bazie czwartorzędowych związków amoniowych, który zawiera przede wszystkim chlorek didecyldimetyloamoniowy (DDAC). Sporządzano szereg rozcieńczeń środków dezynfekcyjnych w zakresie  $2,0 \div 0,06$  % poprzez dodanie do probówek odpowiednich ilości pożywki MRS (Merck) oraz danego środka. Do każdej tak przygotowanej próbki dodawano po 100  $\mu$ l hodowli badanego szczepu. Następnie prowadzono inkubację w temp. 30 °C przez 24 h. Po tym czasie sprawdzano, w których próbkach hodowle rozwinęły się (wizualna obserwacja zmętnienia). Najniższe stężenie środka, przy którym bakterie nie rozwijały się (brak zmętnienia) wyznaczało minimalne stężenia hamujące – MIC. Jako odnośnik prowadzono równocześnie hodowle kontrolne, bez dodatku środków dezynfekcyjnych. Następnie badano przeżywalność i zamieranie populacji *Lactobacillus* spp. podczas 6-dniowych hodowli bez dodatku Medicarine oraz Pursept i z ich udziałem w stężeniach MIC. Wykonywano analizy ilościowe z użyciem metody fluorescencyjnego barwienia LIVE/DEAD<sup>®</sup> oraz posiewów płytkowych. Hodowle zaszczepiano *Lactobacillus* spp. w ilości około 7 jednostek logarytmicznych.

Odpowiednie rozcieńczenie każdej hodowli barwiono zestawem LIVE/DEAD<sup>®</sup> (BacLight<sup>™</sup> Bacterial Viability Kit, Molecular Probes). Jest to zestaw dwóch barwników – SYTO<sup>®</sup>9 oraz jodku propidyny – PI (ang. *propidium iodide*). SYTO<sup>®</sup>9 o małej masie cząsteczkowej przenika do wnętrza komórki przez spójne błony cytoplazmatyczne, a PI o dużej masie cząsteczkowej przenika tylko do tych z uszkodzeniami w błonach. Zastosowanie zestawu LIVE/DEAD<sup>®</sup> umożliwia zatem zróżnicowanie populacji bakterii na komórki żywe i komórki martwe pod względem różnic w ciągłości błon cytoplazmatycznych [13]. Próbkę barwiono zgodnie ze wskazaniem producenta i inkubowano przez 30 min w temp. 37 °C bez dostępu światła. Następnie próbki filtrowano przy użyciu czarnych filtrów poliwęglanowych o parametrach: 0,2  $\mu$ m,  $\varnothing$  13 mm i aparat filtracyjny (Millipore). Przy sporządzaniu preparatów mikroskopowych stosowano olejek niefluoryzujący BackLight<sup>™</sup> Mounting Oil (Molecular Probes). Do czasu analizy mikroskopowej preparaty przechowywano w stanie zamrożenia (temp. -20 °C). Mikroskop epifluorescencyjny (Olympus BX51) zaopatrzony we właściwe zestawy filtrów (U-MNB2: 470  $\div$  490 nm; U-MNG2: 530  $\div$  550 nm) oraz kamerę Digital Colour XC10 (Olympus) używano do analizy preparatów mikroskopowych. Do analizy obrazu stosowano program cellSens Dimension wersja 1.5 (Olympus). Komórki zliczano z 20 obrazów mikroskopowych każdej badanej próbki, wyliczano log komórek na mililitr (log kom./ml) i uśrednione wyniki przedstawiano na wykresach. W celu oznaczenia liczby bakterii metodą płytkową wykonywano posiewy powierzchniowe z odpowiedniego rozcieńczenia na podłoże MRS-agar (Merck), w dwóch powtórzeniach z każdej badanej próbki. Inkubację prowadzono w temp.

30 °C przez 72 h w warunkach beztlenowych (Anaerocult®C, Merck). Określano log jtk/ml i uśrednione wyniki przedstawiano w postaci wykresów.

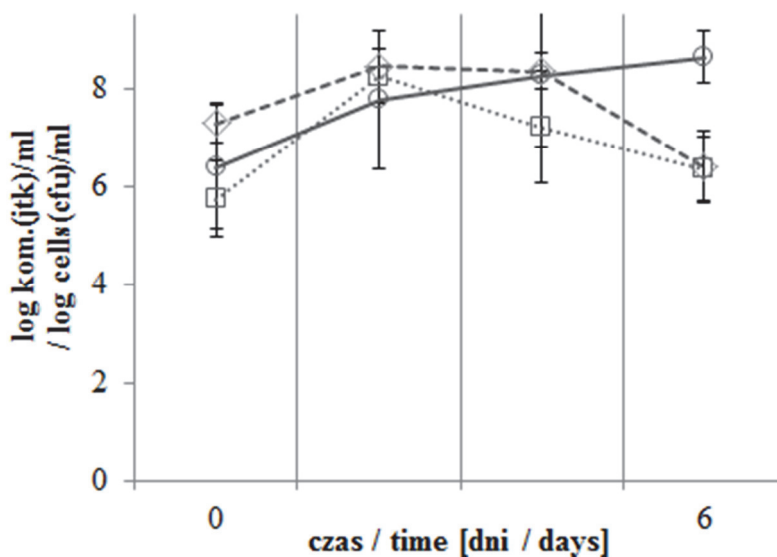
W celu ustalenia czy wielkość populacji *Lactobacillus* spp. zmieniła się statystycznie istotnie w czasie hodowli bez środków dezynfekcyjnych i z ich dodatkiem zastosowano analizę wariancji Anova z powtarzaniem pomiarów lub analizę wariancji Anova dla rang Friedmana. W celu rozstrzygnięcia, czy wyniki liczby komórek *Lactobacillus* spp. otrzymane dwiema metodami (LIVE® oraz metoda płytkowa) różnią się statystycznie istotnie od siebie zastosowano test U Mann-Whitneya. Weryfikację statystyczną prowadzono na poziomie istotności  $p = 0,05$ . Obliczenia statystyczne wykonywano w programie Statistica, wersja 10 (StatSoft).

### Wyniki i dyskusja

W zależności od zastosowanego preparatu dezynfekcyjnego (i szczepu, na który oddziałuje) można obserwować odmienny ich wpływ na hodowlę bakteryjną, dlatego też wartości MIC obu preparatów wynosiły  $0,06 \div 0,25$  %. Metoda MIC posłużyła oznaczeniu oporności szczepów *Lactobacillus* na środki dezynfekcyjne, jednak nie dostarczyła wiedzy o zmianach stanu fizjologicznego komórek bakteryjnych, zachodzących pod wpływem tych środków. Na podstawie badań opisanych w literaturze, w których zastosowano metodę MIC, wykazano, że np. spośród 320 szczepów bakterii fermentacji mlekowej wyizolowanych ze środowiska przemysłu spożywczego 1,5 % było opornych, a 17,5 % wykazało tolerancję na środek na bazie czwartorzędowych związków amoniowych – chlorek benzalkoniowy (BC). Dowiedziano, że nie kryje się za tym obecność genów *qac* (ang. *quaternary ammonium compounds*) [6, 16]. W innych badaniach, w których sprawdzano MIC dwutlenku chloru w stosunku do bakterii Gram-dodatnich, wykazano, że wartości MIC w przypadku *Lactobacillus plantarum* i *Lactobacillus fermentum* były wyższe niż *Bacillus subtilis* czy *Leuconostoc mesenteroides* (odpowiednio [ppm]: 125, 75, 10, 50) [7]. Aby dokładniej poznać odpowiedź i stan fizjologiczny komórek *Lactobacillus* spp. na środki dezynfekcyjne w badaniach własnych przeprowadzono analizę z barwieniem SYTO®9/PI i posiewami na podłoże stałe hodowli *Lactobacillus* spp. z dodatkiem środków o wartości MIC i porównano z hodowlą kontrolną.

Wykres liczby bakterii *Lactobacillus* spp. w hodowli kontrolnej bez dodatku środków dezynfekcyjnych przedstawiono na rys. 1. Przyrost populacji *Lactobacillus* spp., który nastąpił w pierwszych dniach hodowli, oznaczono zarówno metodą fluorescencyjnego barwienia – LIVE®, jak i metodą płytkową; maksymalna liczba wyniosła około 8 log komórek/ml [log jtk/ml]. W tym samym czasie obserwowano wzrost liczby komórek martwych – DEAD®, ich liczba zwiększała się istotnie ( $p = 0,001$ ) do ostatniego dnia hodowli. Obumieranie populacji *Lactobacillus* spp. zaobserwowano metodą fluorescencyjnego barwienia – LIVE® i metodą płytkową. Liczba komórek w ostatnim

dniu hodowli obniżyła się istotnie ( $p < 0,001$ ) do poziomu około 6 jednostek logarytmicznych. Liczby komórek żywych – LIVE<sup>®</sup> i komórek hodowalnych – oznaczonych metodą płytkową w ostatnim dniu hodowli nie różniły się statystycznie istotnie ( $p = 0,880$ ). Przeciwniej obserwacji dokonano podczas porównania liczby komórek w hodowlach z dodatkiem środków dezynfekcyjnych.

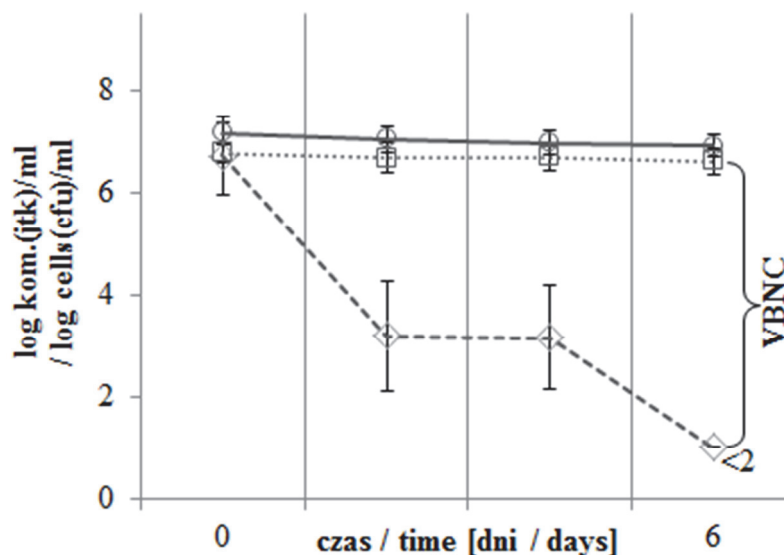


Rys. 1. Liczba *Lactobacillus* spp. podczas 6-dniowej hodowli bez dodatku dezynfektantów oznaczona dwiema metodami analizy ilościowej (barwienie:  $\square$  LIVE<sup>®</sup>,  $\circ$  DEAD<sup>®</sup>; płytkowa:  $\square$  LIVE<sup>®</sup>,  $\circ$  DEAD<sup>®</sup>)

Fig. 1. *Lactobacillus* spp. counts estimated while growing bacteria for 6 days without disinfectants added and using 2 methods of quantitative analysis (staining:  $\square$  LIVE<sup>®</sup>,  $\circ$  DEAD<sup>®</sup>; plating:  $\square$  LIVE<sup>®</sup>,  $\circ$  DEAD<sup>®</sup>)

Liczby komórek *Lactobacillus* spp. w hodowli z dodatkiem preparatu Medicarine oznaczone dwiema metodami – LIVE<sup>®</sup> i płytkową początkowo były zbliżone (rys. 2). Kolejne dni hodowli pozwoliły zaobserwować różnice pod względem liczby komórek *Lactobacillus* spp. oznaczone metodą fluorescencyjnego barwienia – LIVE<sup>®</sup> i metodą płytkową. Liczba komórek hodowalnych w metodzie płytkowej obniżyła się wprawdzie do poziomu około 3 log jtk/ml i w końcu  $< 2$  log jtk/ml. Zmiana ta była statystycznie istotna ( $p = 0,009$ ). W tym samym okresie liczba komórek żywych – LIVE<sup>®</sup> była stała i nie zmieniła się istotnie ( $p = 0,056$ ). Różnica między metodami LIVE<sup>®</sup> i płytkową pod względem liczby *Lactobacillus* spp. w badanym okresie była znacząca (około 6 logarytmów) i istotna ( $p < 0,001$ ). Na podstawie przedstawionych różnic stwierdzono,

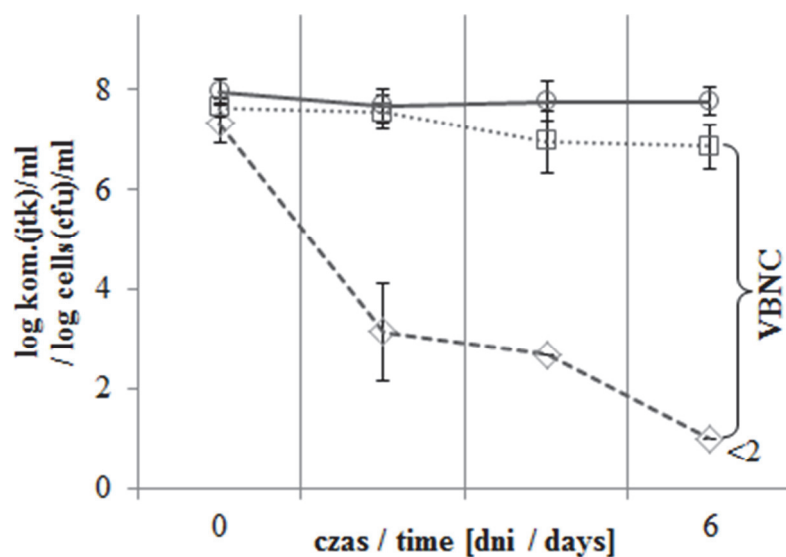
że komórki zachowały swoją żywotność, ale przeszły do stanu niehodowalnego, VBNC, gdyż nie wykazały wzrostu na podłożach.



Rys. 2. Liczba *Lactobacillus* spp. podczas 6-dniowej hodowli z dodatkiem środka Medicaraine oznaczona dwiema metodami analizy ilościowej (barwienie:  $\square$  LIVE®,  $\circ$  DEAD®, płytka:  $\diamond$ )

Fig. 2. *Lactobacillus* spp. counts estimated while growing bacteria for 6 days with Medicaraine agent added and using 2 methods of quantitative analysis (staining:  $\square$  LIVE®,  $\circ$  DEAD®, plating:  $\diamond$ )

Wykres przeżywalności i zamierania populacji *Lactobacillus* spp. w środowisku ze środkiem Pursept przedstawiono na rys. 3. Podobnie jak w hodowlach z preparatem Medicaraine liczby *Lactobacillus* spp. oznaczone dwiema metodami – LIVE® i płytkową – były początkowo zbliżone. Różnice pod względem liczby *Lactobacillus* spp. zaobserwowano od pierwszego dnia hodowli, w którym liczby komórek oznaczone metodą LIVE® i płytkową różniły się ( $p < 0,001$ ) o ok. 4 jednostki logarytmiczne i więcej w kolejnych dniach. Ostatecznie populacja *Lactobacillus* spp. nie wykazała wzrostu na podłożach. Liczba komórek żywych – LIVE® pozostała przez dłuższy czas stała, a pod koniec hodowli zmniejszyła się ( $p < 0,001$ ) o 0,8 cyklu logarytmicznego. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że komórki zachowały swoją żywotność, na co wskazują wyniki liczby komórek żywych – LIVE®, a które sugerują stan VBNC komórek.



Rys. 3. Liczba *Lactobacillus* spp. podczas 6-dniowej hodowli z dodatkiem środka Pursept oznaczona dwiema metodami analizy ilościowej (barwienie:  $\cdots\square\cdots$  LIVE<sup>®</sup>,  $\text{---}\circ\text{---}$  DEAD<sup>®</sup>; płytkowa:  $\text{---}\diamond\text{---}$ ).

Fig. 3. *Lactobacillus* spp. counts estimated while growing bacteria for 6 days with Pursept agent added and using 2 methods of quantitative analysis (staining:  $\cdots\square\cdots$  LIVE<sup>®</sup>,  $\text{---}\circ\text{---}$  DEAD<sup>®</sup>; plating:  $\text{---}\diamond\text{---}$ ).

Zastosowane w badaniach metody analizy ilościowej pozwoliły zaobserwować różnice fizjologii populacji *Lactobacillus* spp. w hodowlach ze środkami dezynfekcyjnymi. Uzyskane wyniki dowodzą, że komórki *Lactobacillus* spp. mogą przystosowywać się do niekorzystnych warunków. Stan zmian fizjologicznych został opisany wśród bakterii nieprzetrwalnikujących jako VBNC, czyli stan żywotności przy zaniechaniu hodowalności, bez wzrostu na podłożu mikrobiologicznym [3, 11, 14]. W tych badaniach żywotność odniesiono do spójności błon cytoplazmatycznych komórek *Lactobacillus* spp., która była wcześniej oceniana np. w produktach mleczarskich podczas przechowywania [14, 18], ale nie po ekspozycji na środki dezynfekcyjne. Zachowanie spójności błony cytoplazmatycznej przesądza o utrzymaniu potencjału błony – w kontekście funkcjonalności niezwykle istotne np. w syntezie ATP czy transporcie. Jednak intensywność prowadzonych procesów oraz białka biorące w nich udział mogą podlegać zmianom. Odkryto, że bakterie w stanie VBNC mają znacznie obniżony poziom aktywności metabolicznej, produkowane są inne niż zwykle białka, a istniejące podlegają modyfikacjom składu [11, 15]. Tego rodzaju doniesienia stwarzają potrzebę rozszerzenia zakresu wiedzy odnośnie do fizjologii bakterii oraz zastosowania alternatywnych technik badawczych. Metody cytologiczne tj. zastosowana metoda barwienia



fluorescencyjnego okazują się pomocne w takich badaniach. Odpowiednio dobrane barwniki fluorescencyjne mogą dostarczyć informacji na temat zmian w spójności i potencjale błon cytoplazmatycznych, wewnątrzkomórkowej aktywności enzymatycznej, aktywności biosyntetycznej, uszkodzeniu genomu komórki [8, 9, 10, 13, 18]. Poznanie zakresu tych zmian w komórkach pozwoli zrozumieć ich zachowanie w środowisku przemysłowym, szerzej przeanalizować procesy mycia i dezynfekcji oraz kontrolę samego produktu. Wpływ komórek VBNC na jakość żywności, ocena ryzyka zepsucia produktu w efekcie kontaminacji komórkami VBNC, określenie ich krytycznego poziomu zanieczyszczenia czy możliwości powrotu do stanu pełnej aktywności w trakcie procesu wytwórczego to zagadnienia wymagające wyjaśnienia. Ponadto zastosowanie cytologicznej analizy ilościowej może wspomóc laboratoria przemysłowe w kontroli mikrobiologicznej produktów. Dotyczy to zwłaszcza piwa czy wina, których łatwość przefiltrowania usprawnia procedurę badawczą. Szybka analiza umożliwi wczesne wykrycie zanieczyszczenia mikrobiologicznego. Aspekt ten jest bardzo ważny w kontekście wykrywania *Lactobacillus* spp., gdyż potwierdzenie obecności *Lactobacillus* spp. z użyciem klasycznych metod hodowlanych trwa co najmniej kilka dni. W odniesieniu do rentowności linii produkcyjnych, których często nie można poddać kwarantannie, wczesne wykrycie kontaminacji jest utrudnione. W niektórych przypadkach jest to wręcz niemożliwe – jeśli kontaminacja jest spowodowana komórkami niedającymi wzrostu na podłożach mikrobiologicznych. Fluorescencyjne metody barwienia mogą być alternatywą, a dodatkowe zastosowanie sond oligonukleotydowych, specyficznych dla gatunków *Lactobacillus* (fluorescencyjna hybrydyzacja *in situ* – FISH), może usprawnić identyfikację pałeczek [1, 4, 12].

## Wnioski

1. Porównanie wyników otrzymanych z zastosowaniem dwóch metod analizy pozwoliło uzyskać obraz stanu fizjologicznego komórek *Lactobacillus* spp. w hodowlach ze środkami dezynfekcyjnymi. Wynika z nich, że duża część populacji komórek *Lactobacillus* spp. zachowuje żywotność po działaniu środków dezynfekcyjnych, ale przechodzi do stanu VBNC, czyli niehodowlanego, ale ich błony cytoplazmatyczne pozostają spójne.
2. Metoda barwienia fluorescencyjnego LIVE/DEAD BacLight™ umożliwia oszacowanie udziału komórek żywych i martwych w hodowlach *Lactobacillus* spp.

*Praca została zaprezentowana na IV Symposium Naukowym nt. „Probiotyki w żywności”, Kiry k. Zakopanego, 24 - 25.04.2013 r.*

### Literatura

- [1] Blasco L., Ferrer S., Pardo I.: Development of specific fluorescent oligonucleotide probes for in situ identification of wine lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Lett.*, 2003, **225**, 115-123.
- [2] Bonin S.: Zakażenia mikrobiologiczne podczas produkcji wina. *Agro Przemysł*, 2005, **1**, 26-28.
- [3] Dahm H., Strzelczyk E.: Żyjące, lecz nie dające się hodować bakterie. *Post. Mikrobiol.*, 2004, **43 (3)**, 251-265.
- [4] Garia-Hernández J., Moreno Y., Amorocho C.M., Hernández M.: A combination of direct viable count and fluorescence *in situ* hybridization for specific enumeration of viable *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Lett. Appl. Microb.*, 2011, **54**, 247-254.
- [5] Jach M., Łoś R., Maj M., Malm A.: Probiotyki – aspekty funkcjonalne i technologiczne. *Post. Mikrobiol.*, 2013, **52 (2)**, 161-170.
- [6] Langsrud S., Sidhu M.S., Heir E., Holck A.L.: Bacterial disinfectant resistance – a challenge for the food industry. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, 2003, **51**, 282-290.
- [7] Meneghin S.P., Reis F.C., De Almeida P.G., Ceccato-Antonini S.R.: Chlorine dioxide against bacteria and yeasts from the alcoholic fermentation. *Braz. J. Microbiol.*, 2008, **39**, 337-343.
- [8] Meyer P., Dworkin J.: Applications of fluorescence microscopy to single bacterial cells. *Res. Microbiol.*, 2007, **158**, 187-194.
- [9] Mikš M., Warmińska-Radyko I.: Wybrane techniki fluorescencyjne w badaniach stanu fizjologicznego i przeżywalności komórek bakteryjnych w żywności. *Med. Weter.*, 2008, **64**, 623-628.
- [10] Moreno Y., Collado M., Ferrus M., Cobo J., Hernandez E., Hernandez M.: Viability assessment of lactic acid bacteria in commercial dairy products stored at 4 °C using LIVE/DEAD BacLight staining and conventional plate counts. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 2006, **41**, 275-280.
- [11] Oliver J.D.: The viable but nonculturable state in bacteria. *J. Microbiol.*, 2005, **43**, 93-100.
- [12] Olszewska M.: Metody biologii molekularnej w mikrobiologii żywności. *Przem. Spoż.*, 2013, **67 (2)**, 10-14.
- [13] Olszewska M., Łaniewska-Trokenheim Ł.: Badania stanu „niehodowalności” komórek bakterii fermentacji mlekowej w niesprzyjających warunkach rozwoju. *Med. Weter.*, 2011, **67 (2)**, 105-109.
- [14] Olszewska M., Łaniewska-Trokenheim Ł.: Odpowiedź bakterii fermentacji mlekowej na stres – stadium VBNC. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **5 (90)**, 15-28.
- [15] Paszyńska-Wesołowska I., Bartoszcze M.: Bakterie w stadium VBNC – zagrożenie dla zdrowia człowieka. *Med. Weter.*, 2009, **65 (4)**, 228-231.
- [16] Sidhu, M., Langsrud, S., Holck, A.: Disinfectant and antibiotic resistance of lactic acid bacteria isolated from food industry. *Microbial Drug Resistance*, 2001, **7**, 73-83.
- [17] Varnam A.: *Lactobacillus*: occurrence and significance in non-dairy foods. *Microbiology Today*, 2002, **29**, 13-17.
- [18] Warmińska-Radyko I., Olszewska M., Mikš-Krajnik M.: Effect of temperature and sodium chloride on the growth and metabolism of *Lactococcus* strains in long-term incubation of milk. *Milchwissenschaft*, 2010, **65**, 32-35.
- [19] Żyrek E.: Zagrożenia mikrobiologiczne przy „aseptycznym” rozlewie piwa. *Agro Przemysł*, 2008, **6**, 23-28.

**FLUORESCENT STAINING METHOD WITH USE OF LIVE/DEAD BACLIGHT™ KIT IN STUDIES ON PHYSIOLOGICAL STATE OF *LACTOBACILLUS* SPP****S u m m a r y**

In some industries, *Lactobacillus* spp. may be undesirable and responsible for defects in food products as, e.g., in the brewing or wine-making industries. Their occurrence in the food processing environment results from their adaptation to adverse conditions; however, not all of the mechanisms have been fully identified. The objective of the research study was to evaluate the physiological state of *Lactobacillus* spp. cells exposed to disinfectants-induced stress. The analysis was performed using a fluorescent staining method with a LIVE/DEAD BacLight™ kit so as to make it possible to determine the viability of cells based on the integrity of cytoplasmic membrane, as well as a culture plating method to estimate the count of colony-forming bacteria. The difference between the viable and culturable cell counts proved the occurrence of VBNC (viable but non-culturable) cells. These observations indicate that there is a need to better explore the physiology of *Lactobacillus* spp. cells responding to environmental stresses. The studies in this domain may also be significant for microbiological control of the food processing environment.

**Key words:** *Lactobacillus* spp., physiological state, VBNC state, fluorescent staining, culture plating ☒

ALEKSANDRA SZYDŁOWSKA, DANUTA KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA

## WPLYW DODATKU OLIGOFUKTOZY NA WYBRANE WYRÓŻNIKI JAKOŚCI PROBIOTYCZNYCH SORBETÓW OWOCOWO-HERBACIANYCH

### Streszczenie

Celem pracy było określenie możliwości wytworzenia probiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych z dodatkiem prebiotyku – oligofruktozy, które będą się charakteryzowały dobrą jakością mikrobiologiczną (pod względem przeżywalności bakterii probiotycznych) i sensoryczną. Zakres pracy obejmował produkcję probiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych w warunkach laboratoryjnych, a następnie oznaczenie liczby bakterii *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900, pomiar pH oraz ocenę zmian jakości sensorycznej produktów podczas przechowywania w temperaturze -30 °C przez 12 tygodni. Stwierdzono, że dodatek oligofruktozy wpłynął pozytywnie na wzrost i przeżywalność bakterii probiotycznych w sorbetach owocowo-herbacianych. Wykazano istotny ( $p \leq 0,05$ ) wpływ czasu przechowywania na liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 w badanych sorbetach. Przez cały okres przechowywania produktów liczba bakterii nie uległa jednak obniżeniu poniżej minimalnej dawki terapeutycznej (czyli 6 log jtk/g produktu). Najwyższą liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 spośród produktów przechowywanych przez 12 tygodni stwierdzono w sorbecie z 2-procentowym dodatkiem oligofruktozy (8,22 log jtk/g).

Wprowadzenie do receptury oligofruktozy wpłynęło na podwyższenie ogólnej jakości sensorycznej sorbetów owocowo-herbacianych. Najwyżej oceniono sorbet z 2-procentowym udziałem prebiotyku. Dodatkowo zaobserwowano pozytywny wpływ oligofruktozy na jeden z wyróżników jakości sensorycznej produktu – konsystencję. Sorbety z dodatkiem oligofruktozy charakteryzowały się bardziej gładką konsystencją w porównaniu z próbą kontrolną. Podczas 12-tygodniowego przechowywania sorbety synbiotyczne (z dodatkiem oligofruktozy) oceniano wyżej niż sorbet probiotyczny bez dodatku prebiotyku.

**Słowa kluczowe:** sorbet, probiotyki, oligofruktoza, żywność funkcjonalna

## Wprowadzenie

Problemem dla producentów żywności i dla nauki jest nadal projektowanie i produkcja żywności funkcjonalnej, która oprócz pełnienia funkcji odżywczej wywiera dodatkowo korzystny wpływ na organizm człowieka. W związku ze zmianą postaw konsumentów oraz zwiększeniem świadomości dotyczącej ich zdrowia taki rodzaj żywności stał się częścią codziennej diety w wielu krajach. Często wykorzystywanymi funkcjonalnymi składnikami dodatkowymi są probiotyki i prebiotyki, które wspólnie określa się mianem synbiotyków [5, 6, 26, 27].

Prebiotyki są dodawane do żywności probiotycznej w celu zwiększenia tempa wzrostu probiotycznych szczepów bakterii oraz ich przeżywalności w gotowym produkcie. Zastosowanie prebiotyków do produkcji żywności przyczynia się zarówno do uzyskania korzyści żywieniowych, jak i technologicznych. Są one także stosowane w celu poprawy wybranych wyróżników jakości sensorycznej produktów i zbilansowania wartości odżywczej [9, 15, 29, 31].

Ważnym zagadnieniem związanym z produktami probiotycznymi jest rodzaj użytej matrycy dla szczepów bakterii probiotycznych. Niewłaściwie dobrana może spowodować obniżenie żywotności bakterii oraz wpłynąć na zmianę ich właściwości [31]. Wyniki badań naukowych wskazują, że lody mogą stanowić dobry nośnik bakterii probiotycznych [8, 10, 11, 16].

Zgodnie z definicją lodów zawartą w nieaktualnej już normie PN-A-86431:1999/Az1:2002 [24]: *lody to produkty otrzymane z emulsji tłuszczu i białka i wody, z dodatkiem innych surowców i substancji zgodnie z odpowiednimi przepisami oraz produkty otrzymane z mieszaniny wody, cukru i innych surowców i substancji, poddane pasteryzacji, zamrożone, przeznaczone do bezpośredniego spożycia lub po przechowywaniu.*

Bardziej precyzyjną definicję lodów proponuje IDFA (*International Dairy Foods Association*) i określa je jako *żywność mrożoną, produkowaną na bazie surowców mlecznych, zawierającą co najmniej 10 % tłuszczu mlecznego* [21].

Natomiast w Europejskim Kodeksie Euroglaces (*European Ice Cream Association*) lody charakteryzuje się ogólnie jako *produkty żywnościowe, w skład których wchodzi różne składniki i dodatki dopuszczone odpowiednimi przepisami do stosowania, o strukturze i teksturze otrzymanej w wyniku zamrożenia, przechowywane, transportowane, sprzedawane i konsumowane w stanie zamrożonym.*

Sorbety stanowią odrębną grupę mrożonych deserów. W 2013 roku ogólna podstawowa definicja sorbetu według Europejskiego Kodeksu Euroglaces została zaktualizowana ze względów technologicznych. Definicja sorbetu, która wcześniej odnosiła się do możliwości wykorzystania w recepturze wyłącznie owoców, aktualnie obejmuje więcej surowców, nie uwzględnia jednak bazy mlecznej. Nowa definicja sorbetu nie wprowadza w błąd konsumenta co do składu produktu i pozwala na zastosowanie in-

nowacyjnych receptur z jednoczesnym utrzymaniem wysokiej jakości produktów finalnych [20].

Celem niniejszej pracy było określenie możliwości wytworzenia probiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych z dodatkiem prebiotyku – oligofruktozy, które będą się charakteryzować dobrą jakością mikrobiologiczną (pod względem przeżywalności bakterii probiotycznych) i sensoryczną.

### Material i metody badań

Do produkcji sorbetów zastosowano:

- napój owocowy „Multiwitamina” (Maspex, Wadowice);
- zieloną herbatę ekspresową (Herbapol, Polska). Napar przygotowywano, zalewając jedną saszetkę herbaty 250 ml wrzącej wody (czas parzenia 5 min);
- sacharozę jako substancję słodzącą (Diamant, Polska);
- szczep bakterii *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 pochodzący z kolekcji Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej. Spełniał on wymagania odnoszące się do szczepów probiotycznych [4, 18]. Szczep był hodowany na pożywce MRS w temp. 37 °C, następnie stosowano go do fermentacji napoju owocowego;
- oligofruktozę – prebiotyk (Raftilose P95, ORAFTI, Belgia).

Fermentację z udziałem szczepu bakterii probiotycznych *L. rhamnosus* LOCK900 prowadzono w trzech wariantach napoju owocowego. Każda próbka zawierała 15-procentowy dodatek sacharozy. Próbkę zaszczepiano 24-godzinną hodowlą bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 o gęstości zawiesiny 8 log jtk/ml. Szczep bakterii dodawano w ilości 1 % w stosunku do objętości napoju i poddawano inkubacji w temp. 32 °C przez 26 h. Następnie zafermentowane próbki napoju łączono z wcześniej przygotowanym, ostudzonym naparem z zielonej herbaty w stosunku objętościowym 3 : 1. Do dwóch wariantów synbiotycznych dodawano odpowiednio: 1 i 2 % oligofruktozy w stosunku do objętości napoju z naparem herbaty. Trzeci wariant (probiotyczny) stanowiła próba kontrolna bez dodatku prebiotyku. Po połączeniu składników otrzymano masę sorbetową, którą mieszano i zamrażano w warunkach laboratoryjnych przy użyciu maszyny do lodów typu IC 5000 (DeLonghi Treviso, Włochy). Następnie produkty pakowano w opakowania jednostkowe z tworzywa sztucznego i przechowywano w warunkach zamrażalniczych w temp. -30 °C przez 12 tygodni.

Liczbę bakterii kwasu mlekowego oznaczano w świeżej hodowli, w napoju owocowym po procesie fermentacji, w masach sorbetowych przed zamrożeniem oraz w gotowych sorbetach owocowo-herbacianych. Oznaczanie liczby bakterii kwasu mlekowego, pomiar pH oraz ocenę jakości sensorycznej probiotycznego i dwóch synbiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych wykonywano w odstępach 3-tygodniowych przez 12 tygodni przechowywania produktów. Do oznaczania liczby bakterii kwasu

mlekowego zastosowano metodę płytkową [25] przez posiew wgłębny na podłożu wybiórczym MRS (Biokar Diagnostic, Francja). Inkubację prowadzono w temp. 30 °C przez 72 h. Pomiar pH wykonywano zgodnie z normą PN-EN 1132:1999 [23], zawierającą wytyczne do wykonania pomiaru pH soków owocowych i warzywnych, z uwzględnieniem temperatury próbek, przy użyciu pH-metru CP-501 (Elmetron, Polska).

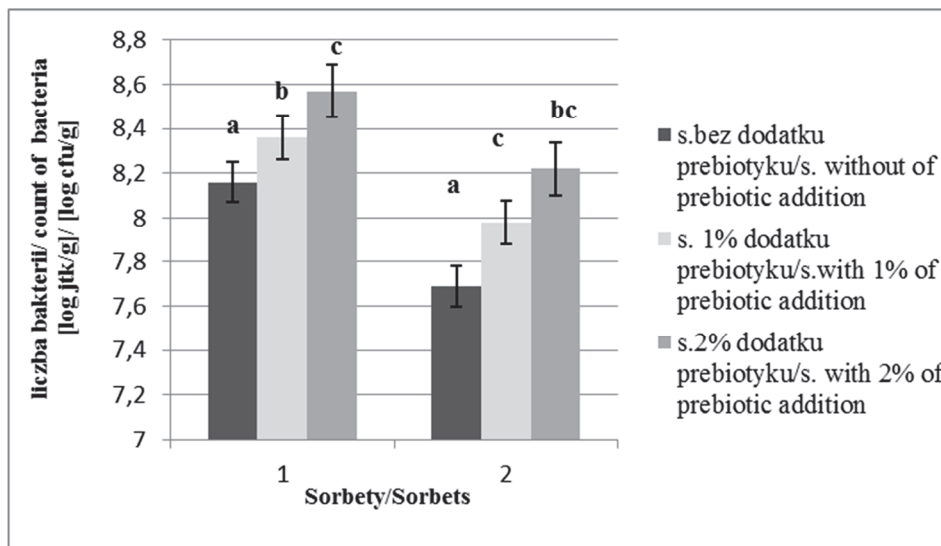
Do sensorycznej oceny jakości probiotycznego i dwóch synbiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych zastosowano metodę ilościowej analizy opisowej QDA [14]. W karcie oceny uwzględniono 9 wyróżników wytypowanych przez wyszkolony zespół oceniających (2 wyróżniki tekstury: gęstość, gładkość; 6 wyróżników smaku: wielowocowy, słodki, kwaśny, gorzki, cierpki, inny). Zadaniem oceniających było określenie intensywności każdego z wymienionych wyróżników jakości i naniesienie swojej oceny na odpowiednią skalę (niestrukturowaną skalę graficzną o zakresie 0 ÷ 10 j.u.). Na podstawie oceny wymienionych wyróżników dodatkowo na osobnej skali wyznaczano ogólną jakość sensoryczną produktów. Analizy zostały przeprowadzone w laboratorium sensorycznym z udziałem 10-osobowego zespołu pracowników Katedry Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności SGGW. Członkowie zespołu oceniającego zostali przeszkoleni w zakresie metodyki wykonywanych analiz oraz przebadani pod względem wrażliwości sensorycznej. Ocena jakości sensorycznej powtarzano 3 razy w przypadku każdego okresu przechowywania. Podstawą wyników średnich było zatem 30 ocen jednostkowych.

Do analizy statystycznej uzyskanych wyników zastosowano program Statistica10, za pomocą którego wykonano test korelacji liniowej Pearsona oraz jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Przyjęto poziom istotności  $p = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

Większość dostępnych publikacji dotyczy probiotycznych lodów mlecznych wytwarzanych z bazy mlecznej fermentowanej z udziałem probiotycznych szczepów bakterii lub bazy mlecznej z dodatkiem wybranych probiotyków. Natomiast w badaniach własnych podjęto próbę wyprodukowania sorbetów z udziałem probiotycznego szczepu bakterii *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900.

Stwierdzono, że w wyniku fermentacji napoju owocowego nastąpił wzrost liczby bakterii probiotycznych o jeden rząd logarytmiczny przy jednoczesnym obniżeniu wartości pH napoju o ok. 0,75 jednostki (tj. do wartości 3,4). Po połączeniu i wymieszaniu składników powstały masy sorbetowe, które również poddawano ocenie mikrobiologicznej. W wyniku zwiększenia masy produktu oraz powolnego procesu zamrażania liczba bakterii probiotycznych obniżyła się średnio o ok. 35 % w stosunku do liczby bakterii w napoju owocowym bezpośrednio po fermentacji.



Objaśnienia / Explanatory notes:

1 – sorbety bezpośrednio po wyprodukowaniu / sorbets immediately after production; 2 – sorbety po 12 tygodniach przechowywania w temp.  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  / sorbets after 12 week storage at  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  of temperature. Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) i odchylenia standardowe (w postaci odinków) / Figure shows mean values (bars) and standard deviations (line segments); a, b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą statystycznie istotnie ( $p > 0,05$ ) / mean values denoted by the same letters don't differ statistically significantly ( $p > 0.05$ )

Rys. 1. Wpływ dodatku prebiotyku na liczbę bakterii *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 w sorbetach owocowo-herbacianych bezpośrednio po wyprodukowaniu i po 12 tygodniach przechowywania w temp.  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Fig. 1. Effect of prebiotic as additive on count of *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 bacteria in fruit-tea sorbets immediately after production and after 12 week storage at  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  of temperature.

Podobne wyniki otrzymali Magarinos i wsp. [17]. Wykazali oni statystycznie istotny wpływ procesu zamrażania na liczbę bakterii probiotycznych w lodach mlecznych. Stwierdzili obniżenie o dwa rzędy logarytmiczne liczby tych bakterii podczas fazy mrożenia w warunkach produkcji lodów zbliżonych do badań własnych. Dodatek prebiotyków, tj. inuliny czy oligofruktozy, stymuluje wzrost i wpływa korzystnie na stabilność i przeżywalność probiotycznych szczepów bakterii w produktach funkcjonalnych podczas okresu ich przydatności do spożycia [29]. Na podstawie badań własnych wykazano także statystycznie istotny ( $p \leq 0,05$ ) wpływ dodatku prebiotyku na liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 w sorbetach owocowo-herbacianych bezpośrednio po wytworzeniu oraz przechowywanych przez 12 tygodni w temp.  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (rys. 1). W obydwu przypadkach sorbety z dodatkiem oligofruktozy charakteryzowały się istotnie ( $p \leq 0,05$ ) większą liczbą bakterii w porównaniu z próbą kontrolną bez

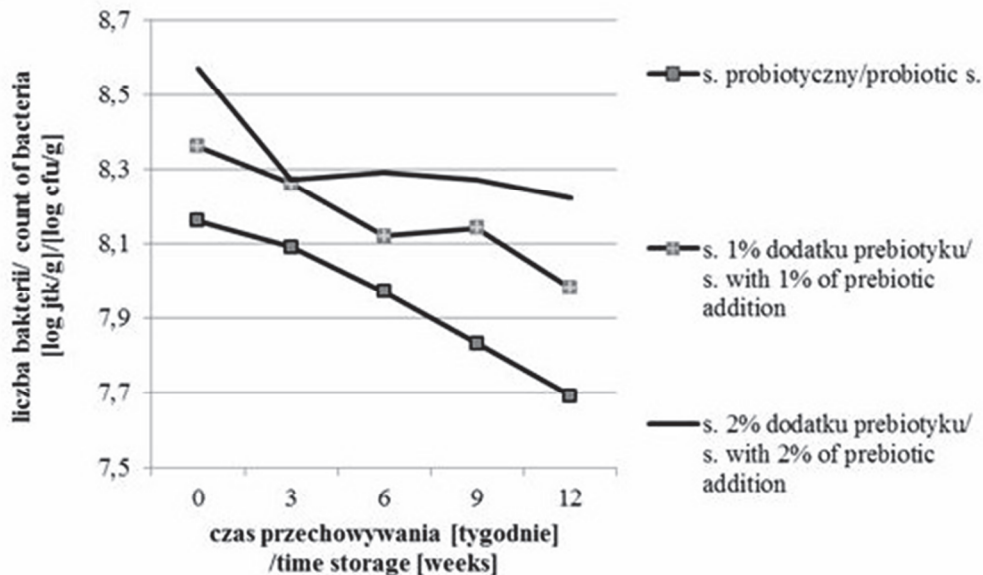


dodatku tego prebiotyku. Liczba bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 w produktach po wytworzeniu była na poziomie  $8,15 \div 8,6$  log jtk/g, natomiast po 12 tygodniach przechowywania obniżyła się do poziomu  $7,7 \div 8,22$  log jtk/g w zależności od wariantu. Istotnie większą ( $p \leq 0,05$ ) liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 stwierdzono w sorbecie z większym, 2-procentowym dodatkiem oligofruktozy.

Akalin i Erisir [2] wykazali, że wzbogacenie inuliną i oligofruktozą niefermentowanych niskotłuszczowych lodów mlecznych z dodatkiem probiotycznego szczepu bakterii *L. acidophilus* La-5 lub *B. animalis* Bb-12 spowodowało wzrost przeżywalności tych bakterii w produktach oraz poprawę ich cech reologicznych. Lody przechowywano w temp.  $-18$  °C przez 90 dni. Po przechowywaniu tylko produkt zawierający szczep bakterii *B. animalis* Bb-12 oraz dodatek jednego z prebiotyków – oligofruktozy charakteryzował się pożądaną terapeutycznie liczbą bakterii probiotycznych (wyższą od minimalnej dawki terapeutycznej, tj. 6 log jtk/g). Niższa, w porównaniu z badaniami własnymi, liczba bakterii probiotycznych w tych produktach po przechowywaniu może wynikać z tego, że niskotłuszczowe lody mleczne były jedynie wzbogacone w probiotyki, a nie fermentowane oraz były przechowywane przez dłuższy okres. Ahmadi i wsp. [1] badali przeżywalność probiotycznego szczepu bakterii *L. acidophilus* La-5 w lodach jogurtowych z dodatkiem FOS (fruktooligosacharydów) w ilości 0, 4 i 8 %. Produkty były przechowywane w temp.  $-18$  °C przez 60 dni. Po upływie okresu przechowywania wymienieni autorzy odnotowali obniżenie liczby bakterii o 2 cykle logarytmiczne we wszystkich rodzajach lodów. Podobnie jak w badaniach własnych, autorzy ci zaobserwowali istotny wpływ dodatku prebiotyku na liczbę bakterii probiotycznych. Największą liczbą bakterii charakteryzował się produkt z 8-procentowym dodatkiem FOS.

W badaniach własnych stwierdzono istotny ( $p \leq 0,05$ ) wpływ czasu przechowywania na liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 w sorbetach owocowo-herbacyanych (rys. 2). W miarę upływu czasu przechowywania liczba bakterii probiotycznych w produktach obniżała się. Najwyższą liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 spośród produktów przechowywanych przez 12 tygodni wykazano w sorbecie z 2-procentowym dodatkiem oligofruktozy ( $8,22$  log jtk/g).

Uzyskane wyniki są zbieżne z danymi literaturowymi. Salem i wsp. [28] badali przeżywalność różnych probiotycznych szczepów bakterii z rodzaju *Lactobacillus* oraz *Bifidobacterium* w lodach mlecznych. Produkty przechowywano również przez 12 tygodni, ale w temp.  $-26$  °C. Po okresie przechowywania liczba bakterii wszystkich szczepów obniżyła się średnio o ok.  $1 \div 2$  cykli logarytmicznych, do poziomu  $6 \div 7$  log jtk/g, czyli niższego w porównaniu z wynikami badań własnych. Najwyższą przeżywalność zaobserwowano w przypadku bakterii *Bifidobacterium bifidum* oraz



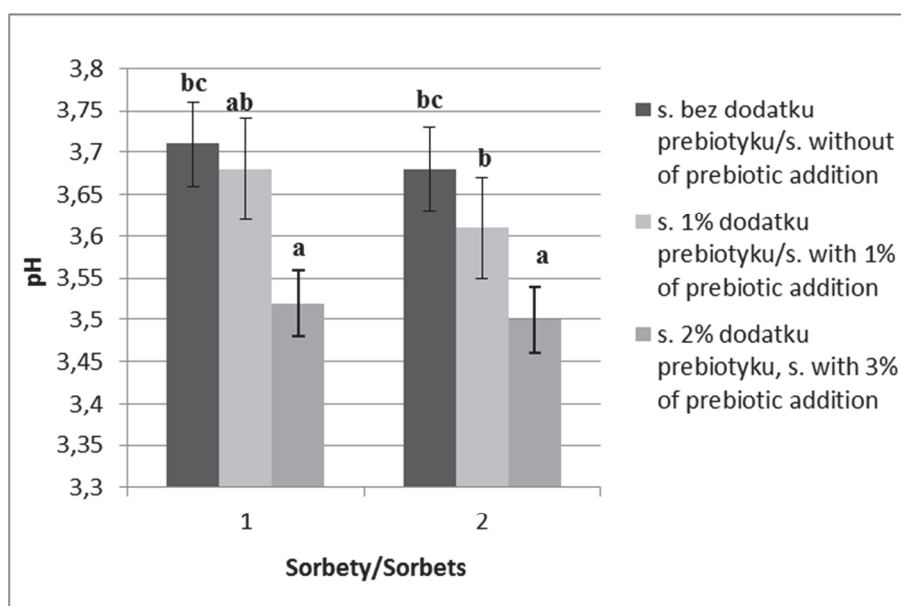
Rys. 2. Wpływ czasu przechowywania w temp.  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  na liczbę bakterii *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 w sorbetach owocowo-herbacianych.

Fig. 2. Effect of storage time at  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  of temperature for 12 weeks on the count of bacteria *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 in fruit-tea sorbets.

*Lactobacillus reuteri*. Liczbę bakterii probiotycznych na podobnym poziomie odnotowali również Ferraz i wsp. [8] w lodach mlecznych po upływie 60 dni przechowywania produktu w temp.  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Według Tamime'a [30] liczba bakterii kwasu mlekowego w mrożonym jogurcie bezpośrednio po procesie zamrażania wynosiła ok.  $8\text{ log jtk/g}$  i była podobna do liczby bakterii probiotycznych w sorbetach po wyprodukowaniu w badaniach własnych. Z kolei Akalin i Erisir [2] zaobserwowali niższą liczbę bakterii probiotycznych w lodach mlecznych bezpośrednio po zamrożeniu – na poziomie  $5,9 \div 6,6\text{ log jtk/g}$ . Di Criscio i wsp. [7] sugerują, że możliwe jest otrzymanie synbiotycznych lodów owocowych i waniliowych produkowanych z niefermentowanej bazy mlecznej, z zastosowaniem 3-procentowego dodatku inuliny i potencjalnie probiotycznych szczepów bakterii *Lactobacillus rhamnosus* DSM 20021 i *Lactobacillus casei* DSM 20011.

Równocześnie z oznaczaniem liczby bakterii probiotycznych w sorbetach mierzono pH podczas całego okresu ich przechowywania. Wartość pH sorbetów kontrolnych nie zmieniała się. Zmierzone wartości nie ulegały istotnym zmianom podczas całego okresu przechowywania. Natomiast potwierdzono statystycznie istotny ( $p \leq 0,05$ ) wpływ dodatku prebiotyku na wartości pH produktów po wyprodukowaniu i

po przechowywaniu przez 12 tygodni w temp.  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (rys. 3). Z powyższych obserwacji wynika, że warunki zamrażalnicze nie mają istotnego wpływu na zmianę wartości pH w sorbetach, a dodatek oligofruktozy nieznacznie obniża tę wartość.



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

Rys. 3. Wpływ dodatku prebiotyku na wartość pH sorbetów owocowo-herbacianych bezpośrednio po wyprodukowaniu i po upływie 12 tygodni przechowywania w temp.  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$

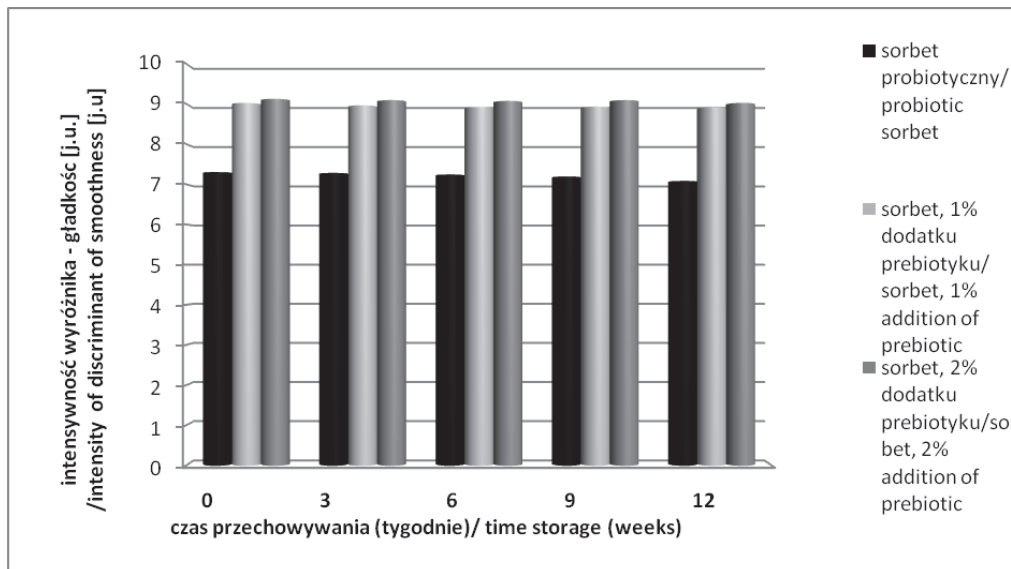
Fig. 3. Effect of prebiotic as additive on pH value of fruit - tea sorbets immediately after production and after 12 week storage at  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  of temperature

Uzyskane wyniki potwierdzają dane zawarte w literaturze przedmiotu. Haynes i Playne [12] badali probiotyczne lody mleczne z dodatkiem szczepów bakterii *L. acidophilus*, *B. lactis* oraz *L. paracasei*. Średnia wartość pH produktów o obniżonej zawartości tłuszczu wynosiła ok. 6,4, a lodów o dużej zawartości tłuszczu – 6,3. Podczas przechowywania lodów przez 12 miesięcy w temp.  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  autorzy nie wykazali istotnych zmian wartości pH. Wyniki badań własnych były zbieżne z tymi, które wykazali Nousia i wsp. [19]. Lody z dodatkiem bakterii *L. acidophilus* LMGP-21381 były przechowywane w temp.  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  oraz  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  przez 45 tygodni. Po upływie tego okresu ww. autorzy nie zaobserwowali istotnych zmian wartości pH niezależnie od temperatury przechowywania produktu. Z kolei Ahmadi i wsp. [1] zaobserwowali, że dodatek FOS ma istotny wpływ na wartość pH wyprodukowanych lodów, co potwierdzono w badaniach własnych. W próbach z większym, 8-procentowym dodatkiem prebiotyku wymienieni autorzy odnotowali istotnie niższe wartości pH.

Przeprowadzono również ocenę jakości sensorycznej sorbetów owocowo-herbacianych. Wykazano istotną korelację pomiędzy czasem przechowywania a ogólną jakością sensoryczną sorbetów. Jakość ogólna produktów ulegała nieznacznemu obniżaniu w miarę upływu czasu przechowywania. Jednak wszystkie sorbety owocowo-herbaciane zostały wysoko ocenione pod względem cech sensorycznych (na poziomie  $6,9 \div 8,5$  j.u. w skali 10-punktowej). Podczas 12-tygodniowego przechowywania sorbety synbiotyczne (z dodatkiem oligofruktozy) oceniano wyżej niż sorbet probiotyczny bez dodatku prebiotyku (czyli próbę kontrolną). Najwyższe noty przypisano sorbetowi z 2-procentowym dodatkiem prebiotyku. Wynika stąd wniosek, że wprowadzenie do receptury oligofruktozy pozytywnie wpłynęło na ogólną jakość sensoryczną sorbetów owocowo-herbacianych. Zaobserwowano również istotny wpływ rodzaju sorbetu na wyróżnik konsystencji – gładkość. Sorbety z dodatkiem oligofruktozy charakteryzowały się bardziej gładką konsystencją w porównaniu z próbą kontrolną. Oceniono je na poziomie 9 j.u. i taka wartość utrzymywała się przez cały okres przechowywania produktów (rys. 4).

Stwierdzono, że wyczuwalność smaku słodkiego była większa w sorbetach z dodatkiem prebiotyku. Jednak tylko w przypadku produktu z 2-procentowym dodatkiem oligofruktozy wykazano istotny ( $p \leq 0,05$ ) wpływ czasu przechowywania lodów na intensywność smaku słodkiego. W przypadku produktów fermentowanych niskie pH może wpływać na obniżenie akceptowalności sensorycznej, co usiłuje się niwelować przez zastosowanie dodatku inuliny lub oligofruktozy [13].

Nousia i wsp. [19] porównali wyróżniki jakości sensorycznej (aromat, smak, konsystencję oraz jakość ogólną produktów) probiotycznych lodów mlecznych przechowywanych w temp.  $-25$  °C przez 15 oraz 45 tygodni. Dowiedli, że czas przechowywania nie wpłynął istotnie na zmianę jakości sensorycznej badanych produktów. Po upływie wskazanych okresów przechowywania lody wyprodukowane z dodatkiem kultur bakterii probiotycznych charakteryzowały się wyższymi notami w ocenie sensorycznej w porównaniu z próbą kontrolną. Ordonez i wsp. [22] poddali ocenie sensorycznej mrożone probiotyczne jogurty, przechowywane w temp.  $-29$  °C przez 6 tygodni. W ocenie uwzględniono wyróżniki takie, jak: jakość ogólna, smak oraz tekstura. Wszystkie produkty oceniono na poziomie  $6,5 \div 8,5$  j.u. (w skali 10-punktowej) i nie ulegały one istotnym zmianom podczas przechowywania. Z kolei Di Crisco i wsp. [7] wyprodukowali trzy rodzaje lodów: probiotyczne – różniące się smakiem (owocowe, waniliowe) oraz użytym szczepem bakterii (*L. rhamnosus*, *L. casei*), prebiotyczne – z różną zawartością inuliny (2,5, 5 i 10 %) oraz synbiotyczne – z różną zawartością inuliny (3 i 6 %) i szczepem bakterii (*L. rhamnosus*, *L. casei*). Po 7 dniach przechowywania w temp.  $-20$  °C produkty poddano ocenie sensorycznej. W ocenie uwzględniono wyróżniki: smak, barwę i konsystencję. Zaobserwowano, że lody probiotyczne charakteryzowały się wyższymi ocenami w porównaniu z próbą kontrolną,



Rys. 4. Zmiany intensywności wyróżnika konsystencji: gładkość sorbetów owocowo-herbacianych podczas przechowywania w temp.  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  przez 12 tygodni

Fig. 4. Changes in intensity of distinguishing feature of texture: smoothness of fruit tea sorbets during storage at  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  of temperature for 12 weeks

z wyjątkiem smaku. W przypadku lodów synbiotycznych dodatek inuliny wpłynął na obniżenie akceptacji produktu. Lodami o cechach najbardziej zbliżonych do próby kontrolnej były produkty z dodatkiem inuliny na poziomie 2,5 %. Wyniki te odbiegają od uzyskanych przez Akina i wsp. [3], którzy uwzględnili w badaniach aspekt wpływu dodatku różnych stężeń sacharozy oraz inuliny na jakość sensoryczną probiotycznych lodów, przechowywanych w temp.  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  przez 90 dni. W ocenie brano pod uwagę takie wyróżniki, jak: barwa, konsystencja i smak. Stwierdzono, że inulina nie wpływa na poprawę wyżej wymienionych wyróżników jakości sensorycznej, w przeciwieństwie do sacharozy. Lum i Albrecht [16] oceniali wpływ dodatku 10 % inuliny lub 10 % FOS na jakość sensoryczną lodów. Wykazali, że lody z dodatkiem prebiotyków uzyskały akceptację panelu oceniającego, pomimo że produkt konwencjonalny charakteryzował się wyższymi ocenami. Stwierdzono, że produkty wzbogacone w FOS zostały wyżej ocenione niż lody z dodatkiem inuliny.

Podsumowując, można zatem stwierdzić, że istnieje możliwość wytworzenia probiotycznych sorbetów owocowo-herbacianych z dodatkiem prebiotyku – oligofruktozy o dobrej jakości sensorycznej, jednocześnie z zachowaniem odpowiedniej liczby bakterii probiotycznych, aby produkty te mogły być uznane za funkcjonalne.

## Wnioski

1. Dodatek oligofruktozy wpłynął pozytywnie na wzrost, przeżywalność i stabilność bakterii probiotycznych *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 w sorbetach owocowo-herbacianych.
2. Temperatura zamrażalnicza nie wpłynęła negatywnie na właściwości probiotyczne sorbetów produkowanych z udziałem szczepów bakterii probiotycznych.
3. Wykazano istotny ( $p \leq 0,05$ ) wpływ czasu przechowywania na liczbę bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 w sorbetach, jednak w ciągu 12 tygodni przechowywania w warunkach zamrażalniczych liczba bakterii nie uległa obniżeniu poniżej minimalnej dawki terapeutycznej (tj. 6 log jtk/g produktu).
4. Sorbety produkowane na bazie soku owocowego fermentowanego probiotycznym szczepem bakterii *L. rhamnosus* LOCK900 mogą stanowić przykład dobrej matrycy do dostarczania bakterii probiotycznych.

## Literatura

- [1] Ahmadi A., Milani E., Madadlou A., Mortazavi S.A., Mokarram R.R., Salarbashi D.: Synbiotic yogurt-ice cream produced via incorporation of microencapsulated *Lactobacillus acidophilus* (La-5) and fructooligosaccharide. *J. Food Sci. Technol.*, **51** (8), 2014, 1568-1574.
- [2] Akalin A.S., Erisir D.: Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. *J. Food Sci.*, 2008, **73** (4), 184-188.
- [3] Akin M.B., Akin M.S., Kirmaci Z.: Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chem.*, 2007, **104** (1), 93-99.
- [4] Aleksandrak-Piekarczyk T., Koryszewska-Bagińska A., Bardowski J.: Genome sequence of the probiotic strain *Lactobacillus rhamnosus* (formerly *Lactobacillus casei*) LOCK908. *Genome Announc.*, 2013, **1** (4), 1-2.
- [5] Alu'datt M.H., Rababah T., Ereifej K., Gammoh S., Alhamad M.N., Mhaidat N., Kubow S., Johargy A., Alnaiemi O.J.: Investigation of natural lipid-phenolic interactions on biological properties of virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.*, 2014, **62** (49), 11967-11975.
- [6] Awaisheh S.S., Hadaddin M., Robinson R.K.I.: Incorporation of selected nutraceuticals and probiotic bacteria into fermented milk. *Inter. Dairy J.*, 2005, **15** (11), 1184-1190.
- [7] Di Crisco T., Fratianni A., Mignogna R., Cinquanta L., Coppola R., Sorrentino E., Panfili G.: Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. *J. Dairy Sci.*, 2010, **93** (10), 4555-4564.
- [8] Ferraz J.L., Cruz A.G., Cadena R.S., Freitas M.Q., Pinto U.M., Carvalho C.C., Faria J.A., Bolini H.M.: Sensory acceptance and survival of probiotic bacteria in ice cream produced with different overrun levels. *J. Food Sci.*, 2012, **77** (1), 24-28.
- [9] Franck A.: Technological functionality of inulin and oligofructose. *Brit. J. Nutr.*, 2002, **87** Suppl. 2, 287-291.
- [10] Goff H.D.: 65 Years of ice-cream science. *Intern. Dairy J.*, 2008, **18** (7), 754-758.
- [11] Hagen M., Narvhus J.A.: Production of ice cream containing probiotic bacteria. *Milchwissenschaft*, 1999, **54** (5), 265-268.
- [12] Haynes I.N., Playne M.J.: Survival of probiotic cultures in low-fat ice cream. *Australian J. Dairy Technol.*, 2002, **57** (1), 10-14.

- [13] Homayouni A., Azizi A., Javadi M., Mahdipour S., Ejtahed. H.: Factors influencing probiotic survival in ice cream: A review. *Inter. J. Dairy Sci.*, 2012, **7** (1), 1-10.
- [14] ISO 13299:2016. Sensory analysis. Methodology. General guidance for establishing a sensory profile.
- [15] Farinha L.R.L., Sabo S.S., Porto M.C., Souza E.C., Oliveira M.N., Oliveira R.P.S.: Influence of prebiotic ingredients on the growth kinetics and bacteriocin production of *Lactococcus lactis*. *Chem. Eng. Trans.*, 2015, **43**, 313-318.
- [16] Lum A.K., Albrecht J.A.: Sensory evaluation of ice cream made with prebiotic ingredients. *RURALS*, 2008, **3** (1), 1-9.
- [17] Magariños H., Selaive S., Costa M., Flores M., Pizarro O.: Viability of probiotic micro-organisms (*Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12) in ice cream. *Inter. J. Dairy Technol.*, 2007, **60** (2), 128-134.
- [18] Motyl I., Klewicka E., Libudzisz Z.: New strain of lactic acid bacteria *Lactobacillus casei*. Polish Patent Application 2009, PL382760 (A1)-2009-01-05.
- [19] Nousia F.G., Androukalis P.I., Fletouris D.J.: Survival of *Lactobacillus acidophilus* LMGP-21381 in probiotic ice cream and its influence on sensory acceptability. *Inter. J. Dairy Technol.*, 2011, **64** (1), 130-136.
- [20] Euroglaces (European Ice Cream Association). [on line]. Dostęp w Internecie [22.07.2016]: <http://euroglaces.eu>
- [21] IDFA (International Dairy Foods Association). [on line]. Dostęp w Internecie [22.07.2016]: <http://www.idfa.org>
- [22] Ordonez A., Jeon I.J., Roberts H.A.: Manufacture of frozen yogurt with ultrafiltered milk and probiotic lactic acid bacteria. *J. Food Proc. Preser.*, 2000, **24** (2), 163-176.
- [23] PN-EN 1132:1999. Soki owocowe i warzywne. Oznaczanie pH.
- [24] PN-A-86431:1999/Az1:2002. Mleko i przetwory mleczne. Lody. Wymagania i badania.
- [25] PN-ISO 15214:2002. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Metoda płytkowa w temperaturze 30 stopni C.
- [26] Ranadheera R.D.C.S., Baines S.K., Adams M.C.: Importance of food in probiotic efficacy. *Food Res. Inter.*, 2010, **43** (1), 1-7.
- [27] Nagpal R., Kumar A., Kumar M., Behare P.V., Jain S., Yadav H.: Probiotics, their health benefits and applications for developing healthier foods: A review. *FEMS Microbiol. Lett.*, 2012, **334** (1), 1-15.
- [28] Salem M.M.E., Faithi F.A., Awad R.A.: Production of probiotic ice cream. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/55** (3), 267-271.
- [29] Śliżewska K., Nowak A., Barczyńska R., Libudzisz Z.: Prebiotyki – definicja, właściwości i zastosowanie w przemyśle. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **1** (86), 5-20.
- [30] Tamime A.Y. (Ed.): *Probiotic Dairy Products*. Blackwell Publishing Ltd., Ames, Iowa, 2006.
- [31] Yeo S.-K., Liang M.-T.: Effect of prebiotics on viability and growth characteristics of probiotics soymilk. *J. Sci. Food Agric.*, 2010, **90** (2), 267-275.


#### EFFECT OF OLIGOFRUCTOSE AS ADDITIVE ON SELECTED DISTINGUISHING FEATURES OF QUALITY OF PROBIOTIC FRUIT-TEA SORBETS

##### Summary

The objective of the research study was to determine the possibilities of producing probiotic fruit-tea sorbets with an oligofructose prebiotic as additive so that they would be characterized by a good microbiological quality (in terms of the survival of probiotic bacteria) and a good sensory quality. The scope of the research study included: producing probiotic fruit-tea sorbets under laboratory conditions, determining the count of *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900, measuring the pH values, and assessing the changes in the

sensory quality of products during storage at a temperature of  $-30^{\circ}\text{C}$  for a period of 12 weeks. It was found that the oligofructose additive had a beneficial effect on the growth and survival of probiotic bacteria in the fruit-tea sorbets. It was shown that the time period of storage had a significant ( $p \leq 0.05$ ) effect on the amount of *L. rhamnosus* LOCK900 bacteria in the sorbets studied. During the entire period of storing the products, the count of bacteria didn't decrease below the minimum therapeutic dose (i.e.  $6 \log \text{ jtk/g}$  of product). Of all the products stored for 12 weeks, the sorbet with a 2 percent of oligofructose added was reported to have the highest count of *L. rhamnosus* LOCK900 bacteria ( $8.22 \log \text{ jtk/g}$ ).

The oligofructose included in the recipe caused the overall sensory quality of fruit-tea sorbets to improve. The sorbet that contained 2-percent of prebiotic added received the highest assessment score. Additionally, it was found that the oligofructose added had a beneficial effect on the one of the distinguishing features of the sensory quality of the product: on the texture. The sorbets with the oligofructose added were characterized by a smoother texture compared to the control sample. During 12 weeks of storage, the synbiotic sorbets (with the oligofructose added) were higher rated than the probiotic sorbet without that prebiotic.

**Key words:** sorbet, probiotics, oligofructose, functional food 



ANNA KONONIUK, ALEKSANDRA BOCIAN, MAŁGORZATA KARWOWSKA,  
TADEUSZ DRZAZGA

## **BIAŁKOWE MARKERY GATUNKOWE JAKO POTENCJALNE NARZĘDZIE MOLEKULARNE DO KONTROLI AUTENTYCZNOŚCI PRODUKTÓW ORKISZOWYCH**

### Streszczenie

Coraz większe zainteresowanie żywnością ekologiczną powoduje wzrost popularności produktów pochodzących z ziarna pszenicy orkisz, które charakteryzują się dobrymi właściwościami żywieniowymi. Ze względu na duże podobieństwo pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz występują trudności z ich odróżnieniem w produktach mącznych, celowe jest więc poszukiwanie markerów gatunkowych umożliwiających ich zróżnicowanie.

W pracy podjęto próbę rozróżnienia pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum*) i pszenicy orkisz (*Triticum spelta*) na podstawie analiz elektroforetycznych białek zapasowych występujących w ziarniakach. Materiał badawczy stanowiły ziarniaki 10 linii hodowlanych pszenicy zwyczajnej oraz 8 linii hodowlanych pszenicy orkisz. Do izolacji białek zastosowano metody frakcjonowania białek zapasowych. Następnie przeprowadzono rozdziały elektroforetyczne kolejnych frakcji białek: albumin i globulin, gliadyn oraz glutenin. Po zakończonej elektroforezie żełe wybarwiono i dokonano porównania profili białkowych uzyskanych z *T. aestivum* i *T. spelta* w celu identyfikacji potencjalnych markerów białkowych. Uzyskane wyniki nie pozwalają na jednoznaczne określenie występowania białkowego markera odróżniającego pszenicę zwyczajną od pszenicy orkisz. Niemniej jednak mogą stanowić podstawę do rozważań dotyczących wykorzystania bardziej zaawansowanych technik elektroforetycznych (A-PAGE i elektroforezy 2D) do opracowania markerów.

Przedstawione wyniki mogą pomóc w opracowaniu metody identyfikacji podjednostek białkowych specyficznych dla pszenicy orkisz, ułatwiającej wykrywanie zafałszowań żywności.

**Słowa kluczowe:** pszenica zwyczajna, pszenica orkisz, elektroforeza białek, zafałszowania żywności, białkowe markery gatunkowe

---

Mgr inż. A. Kononiuk, dr hab. M. Karwowska, Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin, dr A. Bocian, Zakład Biotechnologii i Bioinformatyki, Wydz. Chemiczny, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów, dr inż. T. Drzazga, Małopolska Hodowla Roślin sp. z o.o. Oddział w Kobierzycach, ul. Sportowa 21, 55-040 Kobierzyce.  
Kontakt: anna.kononiuk@up.lublin.pl

## Wprowadzenie

Pszenica zwyczajna i orkisz są heksaploidami klasyfikowanymi jako podgatunki gatunku *Triticum aestivum* L. [16] lub jako gatunki rodzaju *Triticum* [6]. Jako zboża blisko spokrewnione mają wiele wspólnych cech, ale również właściwości je odróżniających. Pszenica zwyczajna charakteryzuje się wyższym plonowaniem, łatwością w przetwarzaniu ziaren a także lepszą jakością technologiczną białek zapasowych w porównaniu z pszenicą orkisz [11]. Pszenicę zwyczajną cechuje również większa wartość wypiekowa mąki. Badania porównujące mąkę pochodzącą z pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkisz podczas wypieku chleba wskazują na istotne różnice w procesie technologicznym pomiędzy tymi gatunkami [4, 9].

*Triticum spelta* cechują: większa odporność na choroby oraz mniejsze wymagania klimatyczne i agrotechniczne (nawożenie, środki ochrony roślin), co predysponuje ten gatunek do upraw ekologicznych [17]. Pod względem żywieniowym pszenica orkisz charakteryzuje się większą zawartością łatwiej strawnego białka, korzystniejszym składem aminokwasowym oraz profilem kwasów tłuszczowych, większą zawartością mikroelementów w porównaniu z pszenicą zwyczajną. Różnice w składzie białkowym pomiędzy *T. spelta* a *T. aestivum* mogą mieć wpływ na alergenicność tych zbóż. W niektórych przypadkach choroby na alergię pokarmowe wywołane przez pszenicę zwyczajną mogą spożywać produkty zawierające pszenicę orkisz bez negatywnych konsekwencji dla zdrowia [8, 13].

Mniejszy plon ziarna a także trudności w uprawie *T. spelta* doprowadziły przed laty do wyparcia tego gatunku na rzecz łatwiejszej w uprawie i mniej kosztownej pszenicy zwyczajnej. Obecny wzrost zainteresowania produktami pochodzącymi z pszenicy orkisz związany jest z trendami dotyczącymi żywności ekologicznej, która charakteryzuje się dobrymi właściwościami żywieniowymi.

W celu wyeliminowania niekorzystnych cech pszenicy orkisz od wielu lat stosuje się krzyżowanie obu gatunków. Powstałe w ten sposób mieszańce mają łączyć wysoką wartość odżywczą pszenicy orkisz z dobrymi cechami technologicznymi pszenicy zwyczajnej [7, 12]. Oprócz czystych linii orkiszu przetwarzane są więc także linie mieszańcowe, które są przypisywane do odpowiedniego podgatunku na podstawie cech morfologicznych, takich jak kształt ziarna czy połączenie łusek z jądrem [19]. Cechy determinujące jakość i właściwości biochemiczne konkretnego gatunku nie są ujmowane.

Dodatkowo mogą powstawać zafałszowania produktów orkiszowych innymi ziarnami wynikające z chęci poprawy opłacalności produkcji, nieodpowiednich warunków sanitarnych lub podczas nieodpowiedniego czyszczenia maszyn produkcyjnych przy zmianie rodzaju zboża. Brzeziński [3] przeanalizował 7 komercyjnie dostępnych mąk orkiszowych z wykorzystaniem techniki PCR i wykazał obecność we wszystkich próbkach produktów specyficznych dla pszenicy zwyczajnej. Powyżej

10 % specyficznych produktów wykazano w 3 próbkach. Badania te jednoznacznie wskazują na potrzebę kontroli rynku produktów orkiszowych.

Częste fałszowanie ziaren i przetworów orkiszowych sprawia, że istotne wydaje się znalezienie sposobu na łatwą i szybką identyfikację gatunkową. Naukowcy nieustannie podejmują próby odnalezienia molekularnych markerów odróżniających *T. aestivum* i *T. spelta*. Opisano metody rozróżnienia obu gatunków na podstawie zawartości i składu kwasów tłuszczowych [13], analizy genetycznej [10] oraz identyfikacji różnic w profilach białkowych [7]. Opracowanie metody identyfikacji podjednostek białkowych specyficznych dla pszenicy orkisz mogłoby pomóc w identyfikacji mieszańców charakteryzujących się wysoką jakością frakcji białkowych, a także umożliwić sprawne wykrywanie zafałszowań żywności.

Celem pracy była identyfikacja markerów białkowych umożliwiających rozróżnienie pszenicy orkisz i pszenicy zwyczajnej.

### Material i metody badań

#### Material doświadczalny

Material doświadczalny stanowiły ziarniaki pszenicy zwyczajnej oraz pszenicy orkisz pochodzące z Małopolskiej Hodowli Roślin Sp. z o.o. Oddział w Kobierzycach. Do badań wykorzystano ziarniaki pochodzące z 10 linii hodowlanych *Triticum aestivum* oraz 6 linii hodowlanych *T. spelta*. Linie hodowlane pszenicy zwyczajnej

Tabela 1. Material do badań: ziarno linii hodowlanych pszenicy zwyczajnej (wraz z dostarczonymi przez hodowcę oznaczeniami podjednostek wysokocząsteczkowych glutenin) oraz ziarno pszenicy orkisz

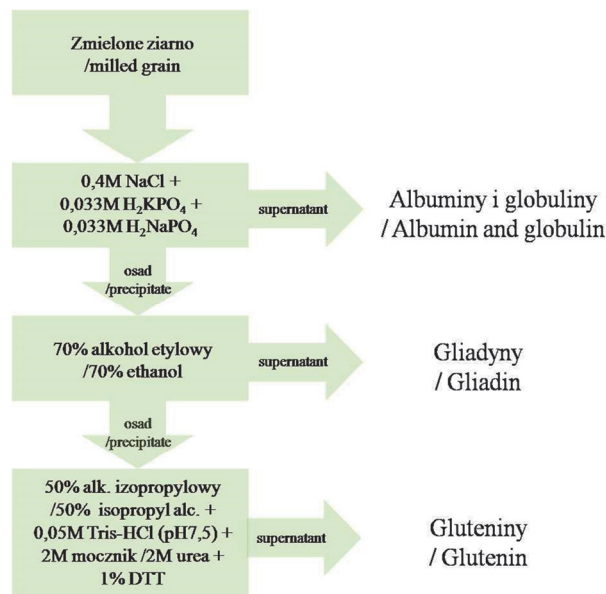
Table 1. Research material: grain of common wheat breeding lines (with markings of high molecular weight glutenin subunits as supplied by the breeder) and spelt wheat grain

Pszenica zwyczajna ( <i>Triticum aestivum</i> ) Common wheat	Pszenica orkisz ( <i>Triticum spelta</i> ) Spelt wheat
PT8 (N/7+8/5+10)	1A
PT14 (1/7+8/5+10)	4B
PT24 (2*/6+8/2+12)	8C
PT33 (N/7+8/5+10)	12D
PT36 (1/6+8/2+12)	15E
PT21 (1/7+9/2+12)	18F
PT37 (1/7/5+10)	Miks orkisz (MS)
PT44 (N/17+18/5+10)	-
PT47 (N/6+8/2+12)	-
PT56 (N/14+15/5+10)	-
Miks pszenic (MP) /Wheat mix	-

zostały dostarczone wraz z oznaczonymi, występującymi w nich wysokocząsteczkowymi podjednostkami białek gluteninowych (HMW) – tab. 1. Do badań wybrano linie, które zawierały wszystkie możliwe podjednostki HMW występujące w polskich odmianach pszenic. Dodatkowo utworzono dwie próbki będące mieszaniną materiału pochodzącego ze wszystkich linii hodowlanych w obrębie danego gatunku (zmieszano po 2 g zmielonego ziarna każdej z linii); próbki oznaczono MP (miks linii pszenicy zwyczajnej) oraz MS (miks linii pszenicy orkisz).

#### *Izolacja białek zapasowych*

Białka zapasowe izolowano dwiema metodami bazującymi na procedurach opisanych przez Salmanowicza [15] i Brzezińskiego [2]. Pierwszą metodę stosowano do izolacji frakcji białek według schematu przedstawionego na rys. 1. Frakcję albumin i globulin izolowano przy użyciu 0,4 M roztworu NaCl zawierającego 33 mM  $H_2KPO_4$  i  $H_2NaPO_4$ . Osad po izolacji przeznaczano do dalszej ekstrakcji białek gliadynowych, które izolowano przy użyciu 70-procentowego roztworu alkoholu etylowego (POCH, Polska). Pozostały osad wykorzystywano do ekstrakcji białek gluteninowych. W czasie ekstrakcji białek gluteninowych zredukowano je do podjednostek przy użyciu roztworu 50-procentowego alkoholu izopropylowego zawierającego 0,05 M Tris-HCl (pH 7,5; ROTH, Niemcy), 2 M mocznika (BioShop, Kanada) oraz 1 % DTT (ditiotreitrol,



Rys. 1. Schemat izolacji i frakcjonowania białek zapasowych

Fig. 1. Flow diagram of extraction and fractionation of storage proteins

ROTH, Niemcy). Następnie ekstrakty pochodzące z każdej frakcji strącano zmrożonym acetonem w stosunku 1 : 5. Białka po strąceniu oddzielano przez wirowanie i suszono. Otrzymane frakcje białek w całości rozpuszczano w roztworze obciążającym do elektroforezy (125 mM Tris-HCl, pH 8,0), zawierającym 3 % SDS (dodecylosiarczanu sodu, BioShop, Kanada), 4 % 2-merakptoetanolu (BioShop, Kanada), 10 % glicerolu (ROTH, Niemcy) oraz błękit bromofenyłowy (BioShop, Kanada) jako barwnik.

Izolacja białek zapasowych opisana przez Brzezińskiego [2] obejmowała ekstrakcję wszystkich białek zapasowych. Jako bufor ekstrakcyjny stosowano rozcieńczony wodą (w stosunku 1:1) 0,05 M Tris-HCl (pH 7,85) zawierający 4 % SDS (BioShop, Kanada), 10 % glicerolu (ROTH, Niemcy) oraz błękit bromofenyłowy (BioShop, Kanada) jako barwnik.

#### *Oznaczanie stężenia, dobór stężenia białek*

W celu optymalizacji wyników zgodnie z metodą Bradford [1] oznaczano stężenia białek występujących w każdej frakcji, przeprowadzono rozdziały elektroforetyczne i dobierano ilości białka optymalne dla każdej frakcji, nakładane na żel.

#### *Rozdział elektroforetyczny*

Rozdział elektroforetyczny prowadzono w aparacie BioRadProtean II xicell (BioRad, USA) w warunkach denaturujących – SDS-PAGE, dzięki czemu rozdział elektroforetyczny zachodził tylko ze względu na ciężar cząsteczkowy rozdzielanych białek, a nie ich ładunek. Stosowano dwa rodzaje żeli: zagęszczający i rozdzielający. Różniły się one między sobą zarówno wartością pH (odpowiednio: 6,8 i 8,9), jak i usieciowaniem (odpowiednio: 6 i 11 %). Na żele nakładano jednakowe ilości białek każdej frakcji, a mianowicie: wszystkie białka zapasowe – 450 µg, frakcja albumin i globulin – 40 µg, frakcje gliadynowa i gluteninowa – po 110 µg. Elektroforezę prowadzono w stałej temp. 12 °C. Przez pierwsze 15 min napięcie wynosiło 100 V, następnie zwiększano je do 300 V. Rozdział prowadzono do momentu wypłynięcia barwnika z żelu. Białka uwidoczniano na żelu roztworem barwiącym, który zawierał 0,08 % barwnika Coomassie Brilliant Blue G-250 (BioShop, Kanada), 8 % siarczanu amonu (BioShop, Kanada), 0,8 % kwasu ortofosforowego (POCH, Polska) oraz 20 % metanolu (POCH, Polska).

Badania przeprowadzono w dwóch etapach. Wstępnie porównywano białka uzyskane z miksów pszenicy zwyczajnych z kolejnymi liniami pszenicy orkisz oraz miksem pszenicy orkisz. Następnie porównywano białka wszystkich linii hodowlanych pszenicy zwyczajnej z liniami hodowlanymi pszenicy orkisz. Dobór materiału do elektroforezy miał na celu wstępne sprawdzenie, czy w badanym materiale istnieje możliwość występowania markerów białkowych, a następnie szczegółową analizę białek występu-

jących we wszystkich próbkach pszenicy zwyczajnej (*T. aestivum*) i pszenicy orkisz (*T. spelta*).

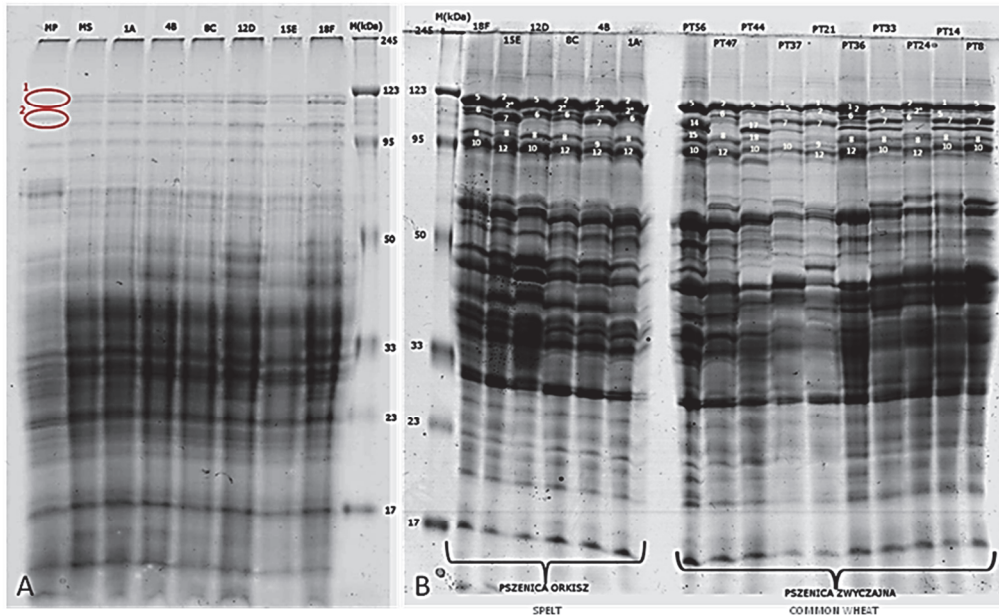
### Wyniki i dyskusja

Polimorfizm białek zapasowych to jeden z ważniejszych czynników odpowiedzialnych za zmienność cech reologicznych oraz wypiekowych odmian i rodów pszenicy. Konsekwencją nietypowej budowy fizykochemicznej białek są specyficzne właściwości technologiczne orkiszu. *T. spelta* uważany jest za formę wysokobiałkową, jednak duża zawartość białka nie jest sprzężona z jego wysoką jakością. W efekcie gluten uzyskany z orkiszu cechuje się znaczną rozciągliwością, lecz słabą elastycznością [4, 18].

Na podstawie obrazu rozdziału wszystkich białek zapasowych badanego materiału (rys. 2A) zauważono wyraźne różnice ilościowe między poszczególnymi frakcjami. Znajdująca się w izolacie frakcja wysokocząsteczkowych glutenin była najmniej wyraźna. W miksie pszenic nie wykryto dwóch prążków, które znajdują się w każdej próbce orkiszu, jak i w miksie orkiszu (oznaczono to miejsce nr 1). Numerem 2 oznaczono miejsce, w którym zaobserwowano prążek w przypadku miksu pszenic niewystępujący w żadnej próbce orkiszu. Zaznaczone miejsca mogą być potencjalnymi markerami, służącymi do odróżnienia na obrazie elektroforetycznym prób pszenicy zwyczajnej od pszenicy orkisz.

Elastyczna sieć powstająca podczas formowania ciasta nazywana matrycą glutenową jest odpowiedzialna za właściwości reologiczne i technologiczne powstającego ciasta. Jakość glutenu jest w dużym stopniu determinowana przez rodzaj i jakość wysokocząsteczkowych podjednostek gluteninowych (HMW). Na rys. 2B i 5B oznaczono podjednostki gluteninowe orkiszu. Analiza obrazów wskazuje, że w pszenicy orkisz występują podobne zestawy HMW jak w pszenicy zwyczajnej. Jedną z przyczyn niekorzystnych cech technologicznych białek orkiszu jest m.in. wysoki stosunek frakcji o niskiej masie cząsteczkowej do frakcji cięższych (rys. 2 i 5). Nie należy jednak tych cech uogólniać do całego gatunku, ponieważ wśród form orkiszu można obserwować zróżnicowane właściwości technologiczne [4, 9].

Obraz rozdziału elektroforetycznego frakcji albumin i globulin ziarna wszystkich linii pszenicy zwyczajnej i orkisz (rys. 3) nie pozwolił na zidentyfikowanie miejsc mogących być markerami. Stwierdzono jedynie występowanie różnic intensywności prążków, które mogą być związane z odmienną zawartością poszczególnych białek w obu gatunkach.

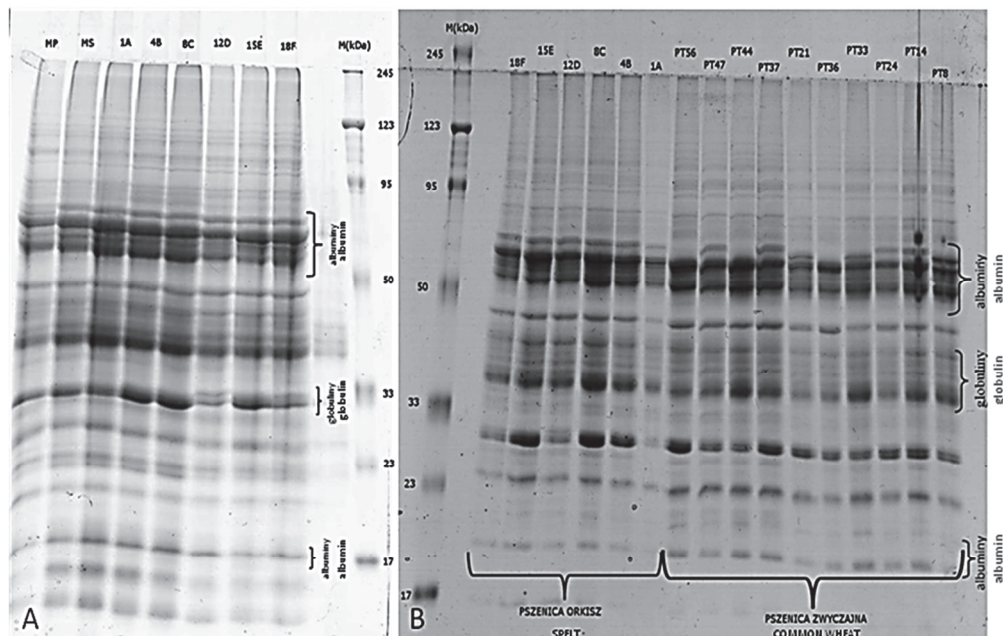


Rys. 2. A. Obraz rozdziału elektroforetycznego białek zapasowych ziarna wyizolowanych z: MP – miks pszenicy zwyczajnej, MS – miks pszenicy orkisz, 1A, 4B, 8C, 12D, 18F – linii hodowlanych *T. spelta*. Na obrazie zaznaczono miejsca potencjalnego występowania markerów. B. Obraz rozdziału elektroforetycznego białek ziarna wyizolowanych ze wszystkich linii hodowlanych pszenicy orkisz (1A – 18F) oraz pszenicy zwyczajnej (PT8 – PT56), z zaznaczonymi jednostkami HMW glutenin

Fig. 2. A. Electrophoregram of storage proteins extracted from: MP – mix of common wheat; MS – mix of spelt wheat; 1A, 4B, 8C, 12D, 18F – breeding lines of *T. spelta*. In the image, areas with potential occurrence of protein markers are marked. B. Electrophoregram of proteins extracted from all the breeding lines of spelt wheat (1A – 18F) and common wheat (PT8 – PT56) with HMW glutenin subunits marked

Kolejną frakcją białek ziarna poddaną elektroforezie były gliadyny (rys. 4). W ścieżce oznaczonej jako miks pszenicy zwyczajnej (MP) zlokalizowano 3 potencjalne miejsca występowania markera. Numerem 1 oznaczono miejsce, w którym nie występuje prążek znajdujący się we wszystkich próbkach pszenicy orkisz. Numerem 2 i 3 oznaczono miejsca, w którym znajdują się białka niewykryte w żadnej próbce orkiszu.

Za jedną z cech charakterystycznych orkiszu uważa się brak kilku prążków zlokalizowanych w strefie wolno migrujących  $\omega$ -gliadyn określanych symbolem  $\omega$ -1.2 (w celu odróżnienia od szybciej migrujących w warunkach elektroforezy A-PAGE frakcji  $\omega$ -5) [5]. Podobne zjawisko zaobserwowali Waga i wsp. [18], jednak częstotliwość charakterystycznych wariantów białkowych była zbyt mała, aby można je było

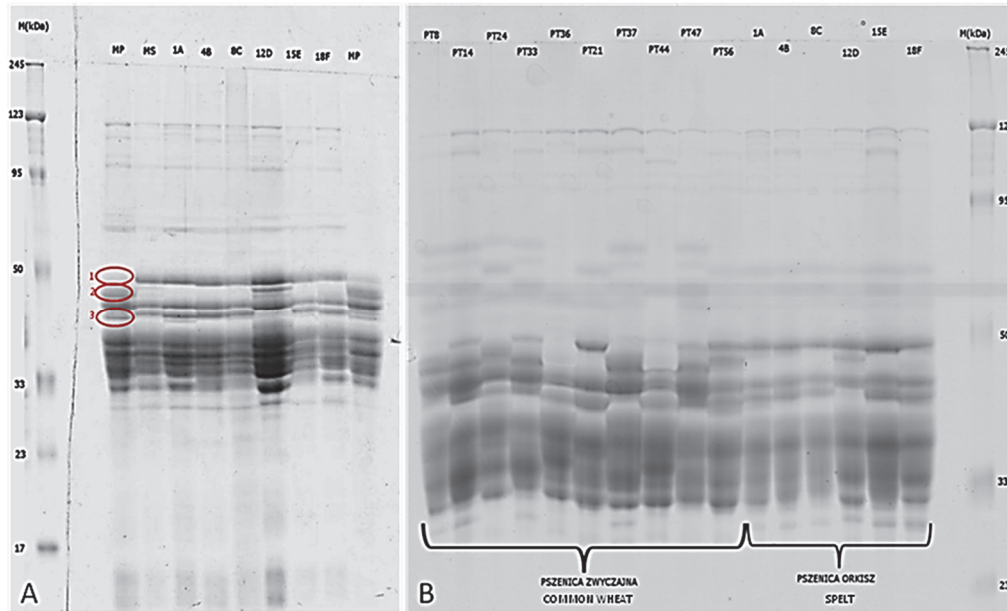


Rys. 3. A. Obraz rozdziału elektroforetycznego albumin i globulin ziarna wyizolowanych z: MP – miks pszenicy zwyczajnej; MS – miks pszenicy orkisz; 1A, 4B, 8C, 12D, 18F – linii hodowlanych *T. spelta*. B. Obraz rozdziału elektroforetycznego albumin i globulin ziarna wyizolowanych ze wszystkich linii hodowlanych pszenicy orkisz (1A – 18F) oraz pszenicy zwyczajnej (PT8 – PT56)

Fig. 3. A. Electrophoregram of albumin and globulin extracted from: MP – common wheat mix; MS – spelt wheat mix; 1A, 4B, 8C, 12D, 18F – breeding lines of *T. spelta*. B. Electrophoregram of albumin and globulin from all the breeding lines of spelt wheat (1A – 18F) and common wheat (PT8 – PT56)

uznać za cechę specyficzną. Po przeprowadzeniu rozdziału frakcji gliadyn (rys. 4B) wszystkich badanych linii pszenic nie udało się potwierdzić obecności markera widocznego na rys. 5A. Koenig i wsp. [7] przebadali ziarno 62 odmian pszenicy orkisz i potwierdzili występowanie czterech białkowych markerów gatunkowych zlokalizowanych we frakcji gliadyn orkisz. Badania te wykonano przy wykorzystaniu techniki wysokosprawnej chromatografii cieczowej w systemie odwróconych faz – jako etapu frakcjonowania białek. Wymienieni autorzy poddali białka redukcji i identyfikacji przy użyciu spektrometru mas MALDI-ToF. Na podstawie występowania poszczególnych markerów oraz charakterystyki białek zapasowych dokonali podziału badanych odmian orkisz na typowe dla swojego gatunku oraz podobne do pszenicy orkisz.

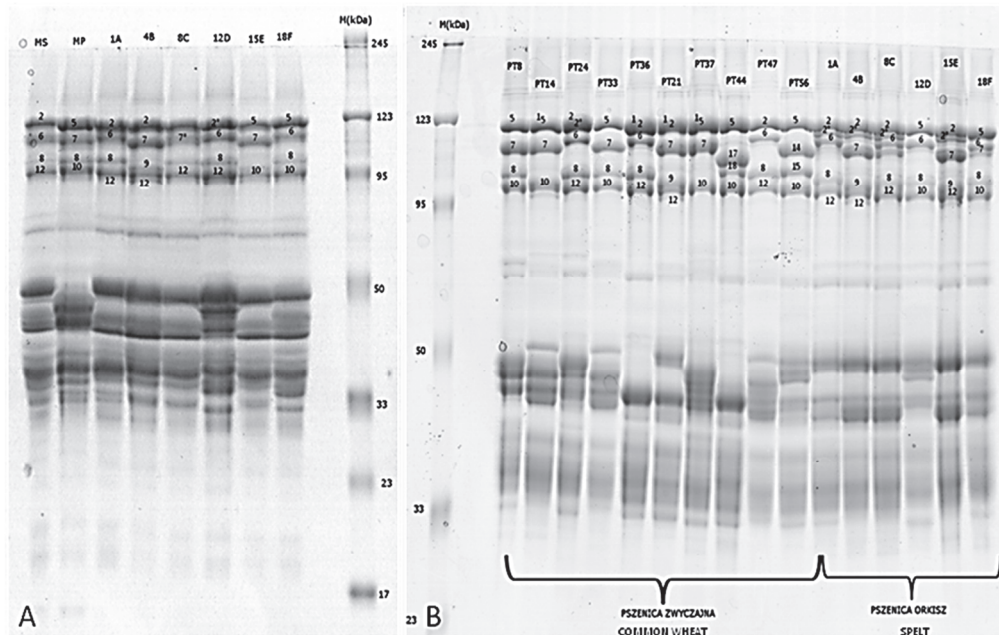




Rys. 4. A. Obraz rozdziału elektroforetycznego gliadyn wyizolowanych z ziarna z zaznaczonymi potencjalnymi miejscami występowania markerów: MP – miks pszenicy zwyczajnej; MS – miks pszenicy orkisz; 1A, 4B, 8C, 12D, 18F – linie hodowlane *T. spelta*. B. Obraz rozdziału elektroforetycznego frakcji gliadyn ziarna wyizolowanych ze wszystkich linii hodowlanych pszenicy orkisz (1A – 18F) i pszenicy zwyczajnej (PT8 – PT56)

Fig. 4. A. Electrophoregram of gliadins with selected areas of potential occurrence of protein markers and gliadins were extracted from: MP – mix of common wheat; MS – mix of spelt wheat; 1A, 4B, 8C, 12D, 18F – breeding lines of *T. spelta*. B. Electrophoregram of gliadins from all the breeding lines of spelt wheat (1A – 18F) and common wheat (PT8 – PT56)

Ostatnią frakcją, w której poszukiwano markerów, były wysokocząsteczkowe gluteniny. W obrazie rozdziału elektroforetycznego (rys. 5) oprócz frakcji glutenin wysokocząsteczkowych o masie cząsteczkowej  $(90 \div 123) \cdot 10^3$  Da wystąpiła także frakcja gliadyn o masie  $(33 \div 50) \cdot 10^3$  Da. Na rys. 5. zaznaczono rozpoznane podjednostki gluteninowe. Nie wszystkie udało się zidentyfikować ze względu na to, że prążki nie mają wyraźnych granic i są dość gęsto ułożone. Pośród tej frakcji nie znaleziono prążków, które mogłyby być markerami. W miksie pszenicy zwyczajnej, jak i w miksie orkiszu nie znaleziono prążków odpowiadających wszystkim podjednostkom występującym w poszczególnych próbkach składających się na miks. Prawdopodobnie jest to skutkiem tego, że niektóre podjednostki występują rzadziej w badanych liniach, a więc ich stężenie jest niższe i nie są zauważalne na obrazie elektroforetycznym. W analizie obrazów elektroforetycznych nie wykazano występowania potencjalnego markera białkowego w tej frakcji białek zapasowych.



Rys. 5. A. Obraz rozdziału elektroforetycznego glutenin ziarna wyizolowanych z: MP – miks pszenicy zwyczajnej, MS – miks pszenicy orkisz, 1A, 4B, 8C, 12D, 18F – linii hodowlanych *T. spelta*. B: Obraz rozdziału elektroforetycznego glutenin wyizolowanych z ziarna wszystkich linii hodowlanych pszenicy orkisz (1A – 18F) i pszenicy zwyczajnej (PT8 – PT56)

Fig. 5. A. Electrophoregram of glutenins in grains extracted from: MP – mix of common wheat; MS – mix of spelt; 1A, 4B, 8C, 12D, 18F – breeding lines of *T. spelta*. B. Electrophoregram of glutenins extracted from all the breeding lines of spelt wheat (1A – 18F) and common wheat (PT8 – PT56)

Obrazy frakcji albumin i globulin oraz gliadyn przedstawiają głównie pożądane frakcje (rys. 3 i 4). W przypadku frakcji glutenin (rys. 5) zaobserwowano także frakcję gliadynową. Może mieć na to wpływ umiejscowienie niskocząsteczkowych podjednostek gluteninowych mających podobną masę jak gliadyny. Na taki obraz wpływ może mieć także znaczna heterogeniczność gliadyn i glutenin. Ich podjednostki mają podobny skład oraz sekwencje aminokwasów, co decyduje o tym, że zarówno gluteniny, jak i gliadyny są rozpuszczalne w 70-procentowym etanolu po uprzedniej redukcji. Niemniej jednak uzyskane obrazy elektroforetyczne pozwalają na skuteczną identyfikację podjednostek HMW glutenin.

Opisywane w literaturze markery genetyczne, odpowiedzialne za kodowanie białek zapasowych, dają nadzieję na znalezienie różnic białkowych w pszenicy zwyczajnej i orkisz. Do osiągnięcia tego celu niezbędne wydaje się inne podejście metodyczne, optymalizujące metody ekstrakcji i frakcjonowania białek zapasowych oraz umożli-

wiające skuteczniejszą identyfikację jakościową i ilościową różnic międzygatunkowych.

### Wnioski

1. Uzyskane wyniki badań nie pozwoliły na identyfikację markera białkowego odróżniającego pszenicę zwyczajną od pszenicy orkisz.
2. Odnalezienie i identyfikacja markerów białkowych mogłaby pozwolić na zmniejszenie czasu i kosztów identyfikacji zafałszowań ziarna orkiszu, a także pozwoliłaby na szersze badania dotyczące specyficznych białek występujących w produktach orkiszowych.

### Literatura

- [1] Bradford M.M.: Rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 1976, **72**, 248-254.
- [2] Brzeziński W.: Katalog elektroforetyczny odmian zbóż zarejestrowanych w Polsce. *Wiadomości Odmianoznawcze*, 2003, **78**, 1-101.
- [3] Büren M., Stadler M., Lüthy J.: Detection of wheat adulteration of spelt flour and products by PCR. *Eur. Foods Res. Technol.*, 2001, **212**, 234-239.
- [4] Callejo M., Vargas-Kostiuk M.-E., Rodríguez-Quijano M.: Selection, training and validation process of a sensory panel of bread analysis: Influence of cultivar on the quality of breads made from common wheat and spelt wheat. *J. Cereal Sci.*, 2015, **61**, 52-62.
- [5] Federman G.R., Goecke E.U., Stainer A.M.: Research note: Detection of adulteration of flour of spelt (*Triticum spelta* L.) with flour of wheat (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et. Paol.) by electrophoresis. *Plant Var. Seeds*, 1992, **5**, 123-125.
- [6] Knüpfner H., Morrison L.A., Filatenko A.A., Hammer K., Morgounov A., Faberová I.: English translation of the 1979 Russian taxonomic monograph of *Triticum* L. by Dorofeev et al. Project progress report. *Schriften zu Genetischen Ressourcen*, 2004, **22**, 282-283.
- [7] Koenig A., Konitzer K., Wieser H., Koehler P.: Classification of spelt cultivars based on differences in storage protein composition from wheat. *Food Chem.*, 2015, **168**, 176-182.
- [8] Kohajdová Z., Karovičová J.: Nutritional value and baking applications of spelt wheat. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2008, **7** (3), 5-14.
- [9] Krawczyk P., Ceglińska A., Kardialik J.: Porównanie wartości technologicznej ziarna orkiszu z pszenicą zwyczajną. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **5** (60), 43-51.
- [10] Mayer F., Haase I., Graubner A., Heising F., Paschke-Kratzin A., Fischer M.: Use of polymorphisms in the  $\gamma$ -gliadin gene of spelt and wheat as a tool for authenticity control. *J. Agric. Food Chem.*, 2012, **60**, 1350-1357.
- [11] Nawracała J.: Genetyczne podstawy hodowli pszenicy (*Triticum aestivum* L.). W: *Zarys genetyki zbóż. Tom I. Jęczmień, pszenica i żyto* Red. A.G. Górny. Wyd. IGR PAN, Poznań 2004, ss. 181-327.
- [12] Onishi I., Hongo A., Saskuma T., Kawahara T., Kato K., Miura H.: Variation and segregation for rachis fragility in spelt wheat *Triticum spelta* L. *Genet. Resour. Crop Ev.*, 2006, **53**, 985-992.
- [13] Pruska-Kedzior A., Kedzior Z., Klockiewicz-Kaminska E.: Comparison of viscoelectric properties of gluten from spelt and common wheat. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, **227**, 199-207.
- [14] Rubal-Mendieta N.L., Dekeyser A., Delacroix D.L., Mignolet E., Larondelle Y., Meurens M.: The oleate/palmitate ratio allows the distinction between wholemeals of spelt (*Triticum spelta* L.) and winter wheat (*T. aestivum* L.). *J. Cereal Sci.*, 2004, **39**, 413-415.

- [15] Salmanowicz B.P., Dylewicz M., Nowak J. Wpływ składu wysokocząsteczkowych podjednostek gluteninowych pszenicy na wybrane właściwości reologiczne ciasta. W: Genetyka i genomika w doskonaleniu roślin uprawnych Red. B. Naganowska, P. Kachlicki, P. Krajewski. Wyd. IGR PAN, Poznań 2009, ss. 173-183.
- [16] Slageren M.W.: Wild wheats: A monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (Jaub. &Spach) Eig (*Poaceae*). Wageningen Agricult. Univ. Papers, 1994, **7 (94)**, p. 513.
- [17] Sulewska H.: Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na plonowanie i skład chemiczny ziarna formy ozimej orkiszu pszennego (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). Pamiętnik Puławski, 2004, **35**, 285-292.
- [18] Waga J., Stachowicz M., Karska K.: Polimorfizm białek gliadynowych i gluteninowych a zmienność cech technologicznych u mieszańców orkiszu i pszenicy zwyczajnej. Biul. Inst. Hodow. Aklim. Roś., 2009, **253**, 103-116.
- [19] Wiwart M., Suchowilska E., Lajszner W., Graban Ł.: Identification of hybrids of spelt wheat and their parental forms using shape and color descriptors. Comp. Elect. Agric., 2012, **83**, 68-76.

#### SPECIES-SPECIFIC PROTEIN MARKERS AS POTENTIAL MOLECULAR TOOL FOR AUTHENTICITY CONTROL OF SPELT PRODUCTS

##### Summary

The growing interest in organic food causes the popularity increase in products made from spelt wheat grain, which are characterized by good nutritional values. Because of the high similarity between common wheat and spelt wheat, it is difficult to distinguish them in flour products; so, it seems advisable to search for species-specific markers that could facilitate the distinction between them.

In the paper, an attempt was made to distinguish between the common wheat (*Triticum aestivum*) and the spelt wheat (*Triticum spelta*) on the basis of electrophoretic analyses of storage proteins found in kernels. The research material consisted of the kernels of 10 common wheat breeding lines and of 8 spelt wheat breeding lines. Fractionation techniques of wheat storage proteins were applied to isolate proteins. Next, electrophoretic separations were performed of the subsequent fractions of proteins: albumins and globulins, gliadins, and glutenins. After the completed electrophoresis, the gels were stained and there were compared the protein profiles obtained from *T. aestivum* and *T. spelta* to identify potential protein markers. Based on the results obtained, it is not possible to unmistakably determine the occurrence of a protein marker that distinguishes the common wheat from the spelt wheat. However, those results might provide a basis to discuss the application of more advanced electrophoretic techniques (A-PAGE and 2D electrophoresis) in order to develop markers.

The results as presented in the paper could help develop a method to identify protein subunits being specific for spelt wheat facilitating the detection of food adulteration.

**Key words:** common wheat, spelt wheat, electrophoresis of proteins, food adulteration, species-specific protein markers ☒

MONIKA CIUBA, KINGA DZIADEK, EWELINA KUKIEŁKA,  
JAROSŁAW OCZKOWICZ, EWA PIĄTKOWSKA, TERESA LESZCZYŃSKA,  
ANETA KOPEĆ

## PORÓWNANIE SKŁADU CHEMICZNEGO I ZAWARTOŚCI SKŁADNIKÓW BIOAKTYWNYCH WYBRANYCH ODMIAN CZOSNKU

### Streszczenie

Celem pracy było porównanie podstawowego składu chemicznego oraz zawartości składników bioaktywnych w wybranych odmianach czosnku (*Allium L.*). Materiał doświadczalny stanowiły odmiany ozime: ‘Ornak’, ‘Mega’, ‘Harnaś’ i ‘Arkus’, cebule importowane z Chin oraz z Hiszpanii, czosnek ekologiczny oraz odmiana jara ‘Jankiel’. W świeżym materiale oznaczono zawartość suchej masy oraz witaminy C. Zawartość popiołu, białka, tłuszczu oraz błonnika pokarmowego analizowano w próbkach liofilizowanych. Zawartość polifenoli ogółem oraz zdolność do neutralizowania wolnych rodników (z wykorzystaniem wolnego rodnika ABTS<sup>•+</sup>) oznaczono w ekstraktach metanolowych przygotowanych z materiału świeżego. Wykazano statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ) różnice pod względem zawartości badanych składników (z wyjątkiem zawartości tłuszczu) w zależności od odmiany. Czosnek pochodzący z Hiszpanii stanowił najlepsze źródło związków mineralnych w postaci popiołu. Polskie odmiany ozime ‘Mega’ i ‘Ornak’ charakteryzowały się dużą zawartością białka. W odmianie ‘Harnaś’ i w czosnku hiszpańskim stwierdzono największą zawartość węglowodanów ogółem. Największą zawartość błonnika oznaczono w czosnku odmiany ‘Harnaś’. Czosnek jary ‘Jankiel’ zawierał najwięcej witaminy C, a czosnek chiński – polifenoli ogółem. Nie wykazano zależności między zawartością badanych składników bioaktywnych a aktywnością antyoksydacyjną.

**Słowa kluczowe:** czosnek, skład chemiczny, polifenole, aktywność antyoksydacyjna, żywność funkcjonalna

---

Mgr inż. M. Ciuba, mgr inż. K. Dziadek, mgr inż. E. Kukielka, mgr J. Oczkowicz, dr E. Piątkowska, prof. dr hab. inż. T. Leszczyńska, dr hab. inż. A. Kopeć, Katedra Żywności Człowieka, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków.  
Kontakt: [akopec@ar.krakow.pl](mailto:akopec@ar.krakow.pl)

## Wprowadzenie

Czosnek (*Allium L.*) to powszechnie znane warzywo, które jest stosowane głównie jako przyprawa do różnych dań w kuchniach całego świata. Cebule czosnku wykorzystywane są również w przypadku przeziębień, problemów trawiennych, grzybiczy czy schorzeń układu krążenia [13, 14, 26]. W skład czosnku wchodzi przede wszystkim węglowodany (głównie oligosacharydy), białka oraz śladowe ilości tłuszczu. Warzywo to jest także źródłem składników mineralnych, takich jak: potas, fosfor, żelazo, cynk czy siarka oraz witamin (C, z grupy B oraz  $\beta$ -karotenu). Czosnek zawiera również fitosterole, olejki aromatyczne, polifenole, enzymy (allinazę i peroksydazę) oraz kwasy organiczne [7, 18, 26].

Czosnek ceniony jest głównie za właściwości prozdrowotne. Zawarte w nim przeciwutleniacze (zwłaszcza polifenole i witamina C) chronią organizm przed wolnymi rodnikami i nadtlenkami lipidowymi przez neutralizowanie tych rodników, wiązanie jonów metali katalizujących procesy utleniania, przerywanie reakcji wolnorodnikowych oraz inhibicję enzymów oksydacyjnych, takich jak: lipooksygenaza, cyklooksygenaza, aromataza, oksydaza ksantynowa, kinaza i fosfodiesteraza cAMP [5, 6, 20]. Występujący w czosnku selen również wykazuje silne działanie antyoksydacyjne. Pierwiastek ten, będąc składnikiem peroksydazy glutationowej, chroni komórki, błony komórkowe i mitochondrialne oraz DNA przed niekorzystnym oddziaływaniem wolnych rodników. Ponadto wykazuje neutralizujące działanie na aflatoksyny [19]. Z badań Dębskiego i Milnera [8], przeprowadzonych z udziałem szczurów, wynika, że regularne spożywanie wodnych wyciągów czosnku wpływa na obniżenie aktywności mieloperoksydazy (MPO), która jest odpowiedzialna za wytwarzanie reaktywnych form tlenu (RFT).

Celem pracy było porównanie składu podstawowego, zawartości składników bioaktywnych oraz aktywności antyoksydacyjnej wybranych odmian czosnku.

## Material i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły odmiany ozime czosnku: 'Ornak', 'Mega', 'Harnaś' i 'Arkus', cebule importowane z Chin i Hiszpanii, czosnek ekologiczny oraz odmiana jara 'Jankiel'. Odmiany 'Ornak', 'Mega', 'Harnaś', 'Arkus' i 'Jankiel' zakupiono w firmie Polan (Kraków). Cebule czosnku ekologicznego nabyto w jednym z krakowskich sklepów zajmujących się sprzedażą żywności ekologicznej. Czosnek importowany także zakupiono w lokalnych sklepach. W świeżym materiale oznaczano zawartość suchej masy (metodą standardową AOAC nr 934.06) [1] oraz zawartość witaminy C jako sumę kwasu askorbinowego i dehydroaskorbinowego metodą Tillmansa w modyfikacji Pijanowskiego [9]. Z czosnku świeżego przygotowywano ekstrakty metanolowe. Próbkę w ilości 5 g ekstrahowano 80 ml 70-procentowego metano-

lu (POCH, Gliwice, Polska) w temp.  $20 \pm 2$  °C przez 2 h (Elpan, Wstrząsarka laboratoryjna typu 357, Lubawa, Polska). Ekstrakt wirowano przy  $1500 \times g$  przez 15 min (wirówka laboratoryjna typu MPW-340, Warszawa, Polska), a następnie supernatant zlewano i przechowywano w temp.  $-20$  °C do czasu przeprowadzenia analiz. Pozostałą część materiału badawczego liofilizowano przy użyciu aparatu Christ Alpha 1-4 (Osterode am Harz, Republika Federalna Niemiec).

W próbkach liofilizowanych oznaczano metodami standardowymi AOAC zawartość: białka (nr 950.36), tłuszczu (nr 935.38), związków mineralnych w postaci popiołu (nr 930.05) oraz błonnika pokarmowego (nr 991.43) [1]. Zawartość węglowodanów ogółem obliczano z różnicy: węglowodany ogółem =  $100 - (\text{białko} + \text{tłuszcz} + \text{popiół})$ .

Zawartość polifenoli ogółem oznaczano w ekstraktach metanolowych metodą Swain i Hillis [21], przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu'a. Zawartość polifenoli wyrażano w mg kwasu galusowego w 100 g produktu. Aktywność antyoksydacyjną uzyskanych ekstraktów oznaczano metodą Re i wsp. [23], z użyciem wolnego rodnika ABTS<sup>•+</sup>. Otrzymane wyniki wyrażano w  $\mu\text{mol Troloxu} \cdot \text{g}^{-1}$  próbki.

Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach. Do analizy wyników zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$ . Do obliczeń stosowano pakiet Statistica 10 (Tulsa, Oklahoma, USA). W celu określenia siły zależności pomiędzy poszczególnymi parametrami obliczono współczynniki korelacji liniowej Pearsona ( $r$ ).

## Wyniki i dyskusja

Zawartość suchej masy w badanych odmianach czosnku mieściła się w przedziale  $28,13 \div 38,49 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Czosnek 'Harnaś' charakteryzował się największą zawartością suchej masy w porównaniu z odmianami 'Arkus', 'Jankiel' oraz z czosnkiem chińskim i ekologicznym (tab. 1). Najmniej suchej masy zawierał natomiast czosnek chiński w porównaniu z pozostałymi odmianami. Różnice zawartości suchej masy mogły być spowodowane odmiennymi warunkami podczas uprawy oraz transportu czosnku. Podobne wyniki uzyskali także inni autorzy. Według Marcińca i Włodarczyk-Marciniec [15], zawartość suchej masy w czosnku wynosiła  $37,00 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , natomiast według Boonpenga i wsp. [2], którzy badali czosnek pochodzący z prowincji Lumpoon w północnej części Tajlandii –  $35,63 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Większą zawartością suchej masy charakteryzował się czosnek badany przez Suleria i wsp. [25] –  $46,40 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

Zawartość związków mineralnych w postaci popiołu w badanym czosnku kształtowała się na poziomie  $0,98 \div 1,49 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  w zależności od odmiany. Czosnek hiszpański zawierał więcej popiołu w stosunku do odmian 'Ornak', 'Mega', 'Harnaś', 'Arkus', 'Jankiel' oraz czosnku chińskiego i ekologicznego. Najmniej popiołu oznaczono natomiast w odmianie 'Jankiel' w porównaniu z odmianą 'Mega' oraz czosnkiem hisz-

pańskim. Uzyskane wyniki różnią się od otrzymanych przez innych autorów. Haciseferoğullari i wsp. [11] wykazali zawartość popiołu równą  $2,13 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , natomiast według Suleria i wsp. [25] czosnek zawierał ok.  $2,30 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  składników mineralnych.

W odmianach 'Mega' i 'Ornak' stwierdzono największą zawartość białka w stosunku do odmian 'Harnaś', 'Jankiel', czosnku chińskiego, hiszpańskiego oraz ekologicznego, najmniej było go natomiast w czosnku chińskim. Średnia zawartość białka w analizowanym materiale wynosiła  $6,84 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Marciniak i Włodarczyk-Marciniak [15] uzyskali podobne wyniki ( $6,40 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ). Wyższe wartości zostały natomiast podane przez Haciseferoğullari i wsp. [11] –  $9,26 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  oraz Suleria i wsp. [25] –  $12,00 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

Nie wykazano istotnego wpływu odmiany badanego czosnku na zawartość tłuszczu. Średnia zawartość tego składnika w analizowanych odmianach wynosiła  $0,16 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , co koresponduje z wynikami Marciniaka i Włodarczyk-Marciniak [15] oraz Haciseferoğullari i wsp. [11]. Znacznie większą zawartość tłuszczu w czosnku, wynoszącą  $5,10 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , wykazali Suleria i wsp. [25].

Badane odmiany czosnku zawierały średnio  $27,13 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  węglowodanów ogółem. Najwięcej węglowodanów ogółem oznaczono w odmianie 'Harnaś' oraz w czosnku pochodzącym z Hiszpanii w stosunku do odmian 'Ornak', 'Mega', 'Arkus', 'Jankiel' oraz czosnku chińskiego i ekologicznego. W czosnku pochodzącym z Chin stwierdzono najmniejszą zawartość węglowodanów ogółem w porównaniu z odmianami 'Ornak', 'Mega', 'Harnaś', 'Arkus', 'Jankiel' oraz czosnku hiszpańskiego i ekologicznego. Podobne wyniki uzyskali Marciniak i Włodarczyk-Marciniak [15], według których czosnek zawiera  $28,60 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  węglowodanów ogółem. Suleria i wsp. [25] wykazali większą zawartość tego składnika, kształtującą się na poziomie  $41,40 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Mniej węglowodanów ogółem oznaczyli natomiast Haciseferoğullari i wsp. [11] ( $21,78 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ).

Zawartość poszczególnych składników w odmianach krajowych badanego czosnku kształtowała się na podobnym poziomie, natomiast w odmianach pochodzących z Chin i Hiszpanii przyjmowała odmienne (często skrajne) wartości. Zróżnicowanie składu podstawowego mogło być spowodowane różnymi warunkami uprawy, odmianą odpornością poszczególnych odmian na warunki oraz na czas transportu. Czosnek ekologiczny, uprawiany w specjalnych warunkach, bez dodatku chemicznych środków ochrony roślin i nawozów, nie wyróżniał się składem spośród pozostałych badanych odmian.



Tabela 1. Podstawowy skład wybranych odmian czosnku

Table 1. Basic chemical composition of selected garlic cultivars

Odmiana czosnku Garlic cultivar	Sucha masa Dry matter [g·100g <sup>-1</sup> ]	Związki mineralne w postaci popiołu Mineral compounds in the form of ash [g·100g <sup>-1</sup> ]	Białko Protein [g·100g <sup>-1</sup> ]	Tłuszcz Fat [g·100g <sup>-1</sup> ]	Węglowodany ogółem Total carbohydrates [g·100g <sup>-1</sup> ]
'Ornak'	37,70 <sup>a</sup> ± 0,08	1,16 <sup>a</sup> ± 0,02	9,02 <sup>bc</sup> ± 0,12	0,09 <sup>a</sup> ± 0,02	27,43 <sup>e</sup> ± 0,25
'Mega'	37,11 <sup>ac</sup> ± 0,02	1,18 <sup>b</sup> ± 0,01	9,23 <sup>c</sup> ± 0,36	0,07 <sup>a</sup> ± 0,03	26,63 <sup>a</sup> ± 0,20
'Harnaś'	38,49 <sup>a</sup> ± 1,53	1,03 <sup>ab</sup> ± 0,01	6,78 <sup>e</sup> ± 0,25	0,16 <sup>a</sup> ± 0,02	30,52 <sup>b</sup> ± 0,21
'Arkus'	34,69 <sup>bc</sup> ± 2,10	1,04 <sup>ab</sup> ± 0,02	8,42 <sup>b</sup> ± 0,20	0,20 <sup>a</sup> ± 0,01	25,03 <sup>d</sup> ± 0,21
Chiński Chinese	28,13 <sup>d</sup> ± 0,63	1,12 <sup>ab</sup> ± 0,01	4,36 <sup>d</sup> ± 0,21	0,15 <sup>a</sup> ± 0,03	22,50 <sup>c</sup> ± 0,11
Hiszpański Spanish	37,60 <sup>a</sup> ± 0,49	1,49 <sup>c</sup> ± 0,02	5,46 <sup>a</sup> ± 0,29	0,18 <sup>a</sup> ± 0,05	30,46 <sup>b</sup> ± 0,13
Ekologiczny Organic	33,36 <sup>b</sup> ± 0,62	1,00 <sup>a</sup> ± 0,02	5,83 <sup>a</sup> ± 0,30	0,18 <sup>a</sup> ± 0,05	26,35 <sup>a</sup> ± 0,23
'Jankiel'	34,93 <sup>bc</sup> ± 0,72	0,98 <sup>a</sup> ± 0,18	5,57 <sup>a</sup> ± 0,35	0,26 <sup>a</sup> ± 0,01	28,11 <sup>f</sup> ± 0,00

Objaśnienia / Explanatory notes:

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

Najwięcej błonnika pokarmowego oznaczono w odmianie 'Harnaś' w porównaniu z odmianami 'Mega', 'Jankiel' oraz czosnkiem chińskim, hiszpańskim i ekologicznym (tab. 2). Czosnek chiński zawierał natomiast najmniej włókna w stosunku do odmian 'Ornak', 'Harnaś' i 'Arkus' oraz czosnku hiszpańskiego. Średnia zawartość błonnika pokarmowego w badanym czosnku wynosiła 7,95 g·100 g<sup>-1</sup>. Inni autorzy wykazali znacznie mniej błonnika pokarmowego w czosnku. Suleria i wsp. [25] oznaczyli zawartość tego składnika na poziomie 1,2 g·100 g<sup>-1</sup>, Haciseferoğullari i wsp. [11] – 2,17 g·100 g<sup>-1</sup> oraz Gorinstein i wsp. [10] – 2,31 g·100 g<sup>-1</sup>.

Zawartość witaminy C w badanych odmianach czosnku była zróżnicowana i wynosiła 3,67 ÷ 14,84 mg·100 g<sup>-1</sup>. Czosnek jary odmiany 'Jankiel' charakteryzował się istotnie największą zawartością witaminy C w porównaniu z pozostałymi odmianami. Najmniej tego składnika oznaczono w czosnku odmiany 'Harnaś', w porównaniu z czosnkiem chińskim, hiszpańskim, ekologicznym oraz odmiany 'Jankiel'. Najmniej witaminy C zawierał polski czosnek ozimy, natomiast najwięcej – polski czosnek jary oraz odmiany zagraniczne. Przypuszcza się, że wpływ na zawartość witaminy C w badanym czosnku mogły mieć warunki uprawy, głównie temperatura. Podobne wyniki otrzymali Borowski i wsp. [3]. Znacznie wyższe wartości uzyskali inni autorzy.

Według Marcińca i Włodarczyk-Marciniec [15] zawartość witaminy C w czosnku wynosiła  $20,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , a według Różańskiej i wsp. [24] –  $31,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

Tabela 2. Zawartość składników bioaktywnych w wybranych odmianach czosnku  
Table 2. Content of bioactive components in selected garlic cultivars

Odmiana czosnku Garlic cultivar	Błonnik Fibre [g·100g <sup>-1</sup> ]	Witamina C Vitamin C [mg·100g <sup>-1</sup> ]	Polifenole Polyphenols [mg·100g <sup>-1</sup> ]	Aktywność antyoksydacyjna Antioxidant activity [μmol Troloxu·g <sup>-1</sup> ]
‘Ornak’	13,99 <sup>c</sup> ± 1,93	4,18 <sup>a</sup> ± 0,79	186,67 <sup>c</sup> ± 18,48	9,41 <sup>bc</sup> ± 0,16
‘Mega’	4,70 <sup>ab</sup> ± 1,38	3,77 <sup>a</sup> ± 0,20	140,44 <sup>ab</sup> ± 20,19	9,26 <sup>b</sup> ± 0,14
‘Harnaś’	14,13 <sup>c</sup> ± 1,94	3,67 <sup>a</sup> ± 0,40	142,22 <sup>ab</sup> ± 11,10	9,73 <sup>a</sup> ± 0,19
‘Arkus’	12,57 <sup>c</sup> ± 0,42	4,89 <sup>a</sup> ± 0,63	163,56 <sup>ac</sup> ± 20,19	9,44 <sup>bc</sup> ± 0,15
Chiński Chinese	2,58 <sup>a</sup> ± 0,00	9,12 <sup>b</sup> ± 3,16	268,44 <sup>e</sup> ± 17,14	9,73 <sup>a</sup> ± 0,09
Hiszpański Spanish	6,34 <sup>b</sup> ± 0,63	11,38 <sup>bc</sup> ± 1,68	99,56 <sup>d</sup> ± 8,15	9,78 <sup>a</sup> ± 0,08
Ekologiczny Organic	3,45 <sup>ab</sup> ± 2,24	12,66 <sup>c</sup> ± 0,00	113,78 <sup>bd</sup> ± 17,14	9,75 <sup>a</sup> ± 0,26
‘Jankiel’	5,79 <sup>ab</sup> ± 0,58	14,84 <sup>d</sup> ± 0,71	168,89 <sup>ac</sup> ± 8,15	9,57 <sup>ac</sup> ± 0,02

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

Średnia zawartość polifenoli ogółem wynosiła  $160,44 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Czosnek chiński charakteryzował się istotnie największą zawartością polifenoli w stosunku do pozostałych odmian. Najmniej tych związków oznaczono w czosnku hiszpańskim w porównaniu z czosnkiem chińskim oraz odmianami ‘Ornak’, ‘Mega’, ‘Harnaś’, ‘Arkus’ i ‘Jankiel’. Leelarungrayub i wsp. [12] wykazali zawartość polifenoli równą  $450,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Według Mnayera i wsp. [17], czosnek zawierał  $561,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  związków polifenolowych, a według Queiroza i wsp. [22] –  $699,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Znacznie niższe wartości uzyskali: Matysiak i wsp. [16] po przebadaniu czosnku polskiego i chińskiego, Bozin i wsp. [4] po analizie czosnku pochodzącego z Serbii oraz Borowski i wsp. [3].

Aktywność antyoksydacyjna, wyrażona jako zdolność do neutralizowania wolnego rodnika ABTS<sup>•+</sup>, wynosiła średnio  $9,58 \text{ μmol Troloxu} \cdot \text{g}^{-1}$ . W czosnku hiszpańskim odnotowano najwyższą aktywność antyoksydacyjną w stosunku do odmian ‘Ornak’, ‘Mega’ i ‘Arkus’. Najniższa zdolność do neutralizowania wolnego rodnika ABTS<sup>•+</sup> charakteryzowała odmianę ‘Mega’ w porównaniu z czosnkiem chińskim, hiszpańskim, ekologicznym oraz odmianami ‘Harnaś’ i ‘Jankiel’. Czosnek hiszpański, wykazujący najwyższą aktywność antyoksydacyjną, zawierał jednocześnie niewielkie ilości polife-

noli oraz witaminy C. Podobną zależność zaobserwowano w czosnku odmiany 'Harnaś'. Zawartość związków polifenolowych w odmianach 'Ornak' i 'Arkus' kształtowały się na dość wysokim poziomie, przy niskiej aktywności antyoksydacyjnej i średniej zawartości witaminy C. Wyniki badań wskazują na słabą zależność między zawartością witaminy C i polifenoli a aktywnością antyoksydacyjną, wyrażoną jako zdolność do neutralizowania wolnego rodnika ABTS<sup>+</sup> w wybranych odmianach czosnku (odpowiednio  $r = 0,313$ ,  $p = 0,1492$  oraz  $r = -0,086$   $p = 0,8398$ ). Jest to prawdopodobnie spowodowane tym, że w czosnku znajdują się także inne przeciwutleniacze, które wpływają na aktywność antyoksydacyjną. W dostępnej literaturze nie znaleziono podobnych wyników badań, które mogłyby potwierdzić sformułowane wnioski.

### Wnioski

1. Badane odmiany czosnku charakteryzowały się bogatym składem chemicznym.
2. Stwierdzono statystycznie istotne różnice pod względem zawartości badanych składników czosnku (z wyjątkiem zawartości tłuszczu) w zależności od odmiany.
3. Polskie odmiany ozime 'Mega' i 'Ornak' charakteryzowały się dużą zawartością białka, natomiast w odmianie 'Harnaś' i czosnku hiszpańskim stwierdzono największą zawartość węglowodanów ogółem.
4. Największą zawartość błonnika oznaczono w odmianie 'Harnaś'. Odmiana jara 'Jankiel' charakteryzowała się największą zawartością witaminy C, a czosnek chiński – polifenoli.
5. Nie wykazano zależności między zawartością badanych składników bioaktywnych a aktywnością antyoksydacyjną.

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

### Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis. 18<sup>th</sup> Ed. Assoc. Official Anal. Chem. Intern., Gaintersburg 2006.
- [2] Boonpeng S., Siripongvutikorn S., Sae-wong C., Sutthirak P.: The antioxidant and anti-cadmium toxicity properties of garlic extracts. Food Sci. Nutr., 2014, **2** (6), 792-801.
- [3] Borowski J., Szajdek A., Borowska E.J.: Charakterystyka chemiczna i aktywność biologiczna warzyw z terenu Olsztyna. Bromatol. Chem. Toksyk., 2008, **3**, 333-337.
- [4] Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Goran A., Igić R.: Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). Food Chem., 2008, **111**, 925-929.
- [5] Ciborowska H., Rudnicka A.: Dietetyka. Żywnienie zdrowego i chorego człowieka. Wyd. PZWL, Warszawa 2007.

- [6] Czczot H.: Flawonoidy – naturalne antyoksydanty w naszej diecie. *Żyw. Człow. Metab.*, 2000, **27** (4), 372-382.
- [7] Czerwińska D.: Dwa ząbki dziennie. *Przegl. Gastr.*, 2006, **60** (12), 12-13.
- [8] Dębski B., Milner J.A.: Molekularne mechanizmy przeciwnowotworowego działania czosnku; rola reaktywnych form tlenu. *Bromatol. Chem. Toksyk.*, 2007, **40** (3), 223-228.
- [9] Fortuna T., Juszczak L., Sobolewska-Zielińska J.: Podstawy analizy żywności. Wyd. AR w Krakowie, Kraków 2003.
- [10] Gorinstein S., Drzewiecki J., Leontowicz H., Leontowicz M., Najman K., Jastrzębski Z., Zachwieja Z., Barton H., Shtabsky B., Katrich E., Trakhtenberg S.: Comparison of bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish, Ukrainian, and Israeli garlic. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, **53**, 2726-2732.
- [11] Haciseferoğullari H., Özcan M., Demir F., Calişir S.: Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). *J. Food Eng.*, 2005, **68**, 463-469.
- [12] Leelarungrayub N., Rattanapanone V., Chanarat N., Gebicki J.M.: Quantitative evaluation of the antioxidant properties of garlic and shallot preparations. *Nutrition*, 2006, **22**, 266-274.
- [13] Lutomski J.: Właściwości lecznicze czosnku. *Wiad. Ziel.*, 2000, **42** (2), 15-17.
- [14] Majewska T.: Siła działania czosnku. *Indyk Polski*, 2005, **12** (3), 12-17.
- [15] Marciniak K., Włodarczyk-Marciniak B.: Przeciwnowotworowe własności czosnku. *Post. Fitoter.*, 2008, **2**, 90-95.
- [16] Matysiak M., Gawel-Bęben K., Rybczyńska K., Gmiński J., Surma S.: Porównanie wybranych właściwości biologicznych czosnku (*Allium sativum* L.) pochodzącego z Polski i Chin. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, **2** (99), 160-169.
- [17] Mnayer D., Fabiano-Tixier A., Petitcolas E., Hamieh T., Nehme N., Ferrant C., Fernandez X., Chemat F.: Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of six essential oils from the alliaceae family. *Molecules*, 2014, **19**, 20034-20053.
- [18] Niedworok J.: Lecznicze właściwości czosnku odkrywane na nowo. *Wiad. Ziel.*, 2000, **42** (11), 9-10.
- [19] Olas B.: Antyoksydanty obecne w diecie w walce z miażdżycą. *Kosmos*, 2003, **52** (2-3), 249-258.
- [20] Ostrowska J., Skrzydlewska E.: Aktywność biologiczna flawonoidów. *Post. Fitoter.*, 2005, **3-4**, 71-79.
- [21] Swain T., Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 1959, **10**, 63-68.
- [22] Queiroz Y.S., Ishimoto E.Y., Bastos D.H.M., Sampaio G.R., Torres E.A.F.S.: Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products: In vitro antioxidant activity. *Food Chem.*, 2009, **115**, 371-374.
- [23] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. Med.*, 1999, **26**, 1231-1237.
- [24] Różańska D., Regulska-Ilow B., Ilow R.: Wpływ wybranych procesów kulinarnych na potencjał antyoksydacyjny i zawartość polifenoli w żywności. *PHiE*, 2014, **95** (2), 215-222.
- [25] Suleria H.A., Butt M.S., Khalid N., Sultan S., Raza A., Aleem M., Abbas M.: Garlic (*Allium sativum*): Diet based therapy of 21<sup>st</sup> century: A review. *Asian Pac. J. Trop. Dis.*, 2015, **5** (4), 271-278.
- [26] Świdorski F., Dąbrowska M., Rusaczek A., Waszkiewicz-Robak B.: Bioactive substances of garlic and their role in dietoprophylaxis and dietotherapy. *Rocz. Państ. Zakł. Hig.*, 2007, **58** (1), 41-46.

**COMPARING BASIC CHEMICAL COMPOSITION AND CONTENTS OF BIOACTIVE COMPONENTS IN SELECTED CULTIVARS OF GARLIC****S u m m a r y**

The objective of the research study was to determine the basic chemical composition and the content of bioactive components in some selected cultivars of garlic (*Allium L.*). The experimental material consisted of winter cultivars: 'Ornak', 'Mega', 'Harnaś' and 'Arkus', garlic from China and Spain, organic garlic as well as 'Jankiel' spring cultivar. In the fresh material, there were determined the contents of dry weight and vitamin C. In the lyophilized samples, there were assayed the contents of minerals in the form of ash, protein, fat, and dietary fibre. The content of total polyphenols and the free radical neutralizing capability (using a free ABTS<sup>•+</sup> radical) were determined in the methanol extracts prepared from fresh garlic. Statistically significant ( $p \leq 0.05$ ) differences were reported to exist among the contents of the components analysed (except for the content of fat) and they were dependent on the garlic cultivar. The garlic from Spain constituted the best source of mineral compounds in the form of ash. The Polish winter cultivars: 'Mega' and 'Ornak' were characterized by a high content of protein. The 'Harnaś' cultivar and the garlic from Spain were reported to have the highest amount of total carbohydrates. The highest content of dietary fibre was determined in the 'Harnaś' garlic cultivar. The 'Jankiel' spring cultivar contained the highest amount of vitamin C whereas the garlic from China the highest amount of total polyphenols. No correlation was reported to exist between the content of bioactive components assayed and the antioxidant activity.

**Key words:** garlic, chemical composition, polyphenols, antioxidant activity, functional foods 

EWA ŚNIEŻEK, MAGDALENA SZUMSKA, BEATA JANOSZKA

**OCENA WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCYCH  
WYBRANYCH PRODUKTÓW ROŚLINNYCH W ASPEKCIE  
MOŻLIWOŚCI ICH WYKORZYSTANIA JAKO DODATKÓW DO  
ŻYWNOŚCI WYSOKOBIAŁKOWEJ PODDAWANEJ OBRÓBCE  
TERMICZNEJ**

Streszczenie

Celem pracy było porównanie właściwości przeciwutleniających wybranych suszonych owoców: śliwek, moreli i żurawiny z właściwościami świeżej cebuli i czosnku. Badania podjęto ze względu na potwierdzony hamujący wpływ dodatków roślinnych o dużej zawartości przeciwutleniaczy na syntezę mutacji i kancerogennych związków, m.in. heterocyklicznych amin aromatycznych, które powstają w wyniku procesów rodnikowych w żywności wysokobiałkowej podczas jej obróbki termicznej. Do oceny właściwości przeciwutleniających zastosowano metody spektrofotometryczne: FRAP, polegającą na oznaczeniu zdolności redukcji jonów  $Fe^{3+}$  oraz DPPH – polegającą na redukcji rodnika 2,2-difenylo-1-pikrylohydrazylu przez przeciwutleniacze zawarte w badanych próbkach roślinnych. Wyniki oznaczeń wyrażono w równoważnikach troloksu [ $\mu\text{mol/g}$  produktu]. Między wynikami uzyskanymi metodami FRAP i DPPH wykazano silną korelację o wartości współczynnika  $r = 0,98$ . Właściwości przeciwutleniające suszonych owoców były większe niż świeżej cebuli i czosnku. Aktywność badanych produktów, oznaczoną przy użyciu metody FRAP [ $\mu\text{mol/g}$  produktu], można uszeregować następująco: suszone śliwki (14,02) > suszone morele (9,76) > suszona żurawina (5,28) > świeży czosnek (2,88) > świeża cebula (2,43). Można przypuszczać, że ze względu na korzystne parametry przeciwutleniające suszonych owoców, w porównaniu z czosnkiem i cebulą, ich dodatek do termicznie przetwarzanej żywności wysokobiałkowej pozwoli ograniczyć syntezę kancerogennych związków w potrawach mięsnych, podobnie jak to zaobserwowano w przypadku czosnku i cebuli.

**Słowa kluczowe:** suszone owoce: śliwki, morele, żurawina; cebula, czosnek, właściwości przeciwutleniające

## Wprowadzenie

Badania epidemiologiczne wskazują na istotny wpływ środowiska i stylu życia człowieka, w tym diety, na stan jego zdrowia. Do głównych przyczyn wzrostu częstości zachorowań na tzw. choroby cywilizacyjne, w tym nowotworowe, zalicza się częste spożycie mięsa i jego przetworów, jak również sposób przygotowania potraw mięsnych [2, 6]. W 2015 roku spożywanie mięsa poddanego obróbce termicznej zostało zaliczone przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer – IARC) do pierwszej grupy kancerogenności [27]. Procesy termicznego przetwarzania żywności wysokobiałkowej mogą prowadzić do powstawania między innymi mutagennych i/lub kancerogennych heterocyklicznych amin aromatycznych (HAA) oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) [9, 15].

WWA tworzą się prawdopodobnie w wyniku pirosyntezy niewielkich cząsteczek, w tym wolnych rodników, powstających podczas rozkładu termicznego organicznych składników żywności [9]. Aminy heterocykliczne powstają natomiast z cukrów redukujących, aminokwasów i kreatyny podczas reakcji Maillarda, której produktami pośrednimi są rodniki pirazynowe i pirymidynowe [9, 17, 24]. Hamujący wpływ na syntezę amin heterocyklicznych, polegający prawdopodobnie na dezaktywacji rodników, mogą wywierać syntetyczne i naturalne związki o właściwościach przeciwutleniających. Źródłem związków naturalnych są produkty pochodzenia roślinnego o dużej zawartości przeciwutleniaczy [7, 17, 20, 24]. Naturalne przyprawy i zioła bogate w przeciwutleniacze są często dodawane do potraw mięsnych w celu nadania im smaku, a zarazem ochrony przed procesami utleniania lipidów i białek [1, 18, 26]. Możliwość obniżenia stężeń związków kancerogennych poprzez zastosowanie dodatków roślinnych stanowi istotną korzyść prozdrowotną dla konsumentów takich produktów. Dotychczas ukazało się niewiele prac dotyczących wpływu owoców lub ich ekstraktów na tworzenie się związków z grupy HAA oraz WWA [5, 7, 20, 21].

Owoce, zarówno surowe jak i suszone, charakteryzują się dobrymi właściwościami przeciwutleniającymi, wynikającymi m.in. z obecności związków polifenolowych, w tym flawonoidów oraz witamin antyoksydacyjnych [8, 19, 25]. Na podstawie wyników badań dostępnych w literaturze przedmiotu stworzono bazę danych umożliwiającą porównanie właściwości przeciwutleniających różnych produktów roślinnych [8, 19]. Baza ta zawiera wyniki uzyskane jedną z wielu metod stosowanych w analizie właściwości przeciwutleniających, a mianowicie metodą ORAC (oznaczania zdolności absorpcji rodników tlenowych). Należy ona do grupy metod analitycznych wykorzystujących mechanizm reakcji przeniesienia atomu wodoru od cząsteczki przeciwutleniacza do rodnika tlenowego [8, 16, 19].

Druga grupa metod oznaczania właściwości przeciwutleniających wykorzystuje mechanizm przeniesienia pojedynczego elektronu z przeciwutleniacza na utleniacz.

Należą do niej m.in. dwie spektrofotometryczne metody: (I) oznaczania siły redukcyjnej jonów żelaza (FRAP – *ferric ion reducing antioxidant parameter*) oraz (II) redukcji rodnika DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazylu) [3, 4, 14]. Obydwie procedury są często wykorzystywane do badań właściwości przeciwutleniających produktów pochodzenia roślinnego [12, 22, 23].

Celem niniejszej pracy było porównanie właściwości przeciwutleniających wybranych suszonych owoców (śliwek, moreli oraz żurawiny) z właściwościami przeciwutleniającymi przypraw stosowanych w polskiej kuchni, tj. świeżej cebuli i czosnku.

### Material i metody badań

Przedmiotem badań były wybrane produkty roślinne: suszone owoce – śliwki, morele i żurawina oraz świeża cebula i czosnek. Wymienione produkty zakupiono w lokalnych sklepach. Świeżą cebulę (*Allium cepa* L) zakupiono w 2016 roku w ilości 2 kg. Po obraniu z łusek, rozdrobieniu nożem oraz blenderem uzyskano próbę uśrednioną. Zawartość suchej masy oznaczano w temp. 105 °C [28]. Wynosiła ona  $14,15 \pm 0,30$  %. Czosnek (*Allium* L) produkcji polskiej zakupiono w ilości 1 kg. Całość przygotowano do analizy podobnie jak cebulę. Zawartość suchej masy wynosiła  $36,69 \pm 0,30$  %. Suszone owoce zakupiono w opakowaniach o masie 200 g. Próbkę uśrednioną otrzymano po rozdrobieniu nożem i blenderem, a następnie suszono w temp. 105 °C. Śliwki suszone, produkcji polskiej, nie zawierały konserwantów. Sucha masa stanowiła w nich  $63,52 \pm 0,28$  %. Suszone morele, produkcji niemieckiej, według deklaracji producenta na etykiecie zawierały konserwant – SO<sub>2</sub>. Zawartość suchej masy wynosiła  $74,18 \pm 0,33$  %. Żurawina suszona, produkcji niemieckiej, zawierała jako konserwant kwas sorbowy (kwas heksa-2,4-dienowy). Sucha masa stanowiła w nich  $75,66 \pm 0,30$  %.

Próbki roślinne poddawano ekstrakcji według zmodyfikowanej metody [12]. Do próbek o masie 1 g dodawano 10 ml wody redestylowanej o temp. 90 °C. Ekstrakcję prowadzono przez 15 min w komorze ultradźwięków (Advantage – Lab AL, Szwajcaria) w temp. 80 °C. Ekstrakty odwirowywano dwukrotnie przy użyciu wirówek firmy MPW (MPW Med. Instruments, Polska): wstępnie przez 7 min za pomocą wirówki MPW – 260R (4 tys. obr./min), po czym przez 4 min przy zastosowaniu Microcentrifuge MPW-55 (11 tys. obr./min).

Ze względu na możliwość udziału różnych form rodnikowych w syntezie amin heterocyklicznych oraz WWA, do oznaczania właściwości przeciwutleniających wybranych produktów roślinnych zastosowano metody polegające na mechanizmie przeniesienia pojedynczego elektronu (FRAP i DPPH).

W oznaczeniach właściwości przeciwutleniających zastosowano odczynniki: kwas solny i octan sodu (cz.d.a., Chempur, Polska), kwas octowy (cz.d.a., POCH S.A., Polska), chlorek żelaza(III) sześciowodny (cz.d.a., Chempur, Polska), odczynnik TPTZ

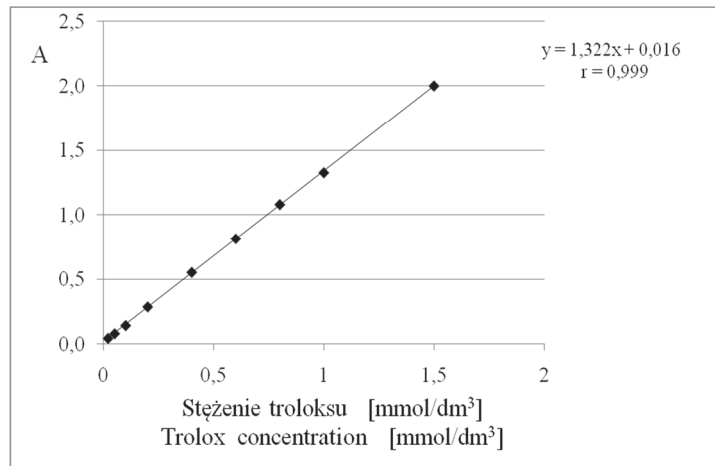


(2,4,6 – tri(2-pirydylo)-s-triazyna (98 %, do oznaczeń spektrofotometrycznych, Sigma, Szwajcaria), DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl, 98 %, Sigma-Aldrich, Niemcy), troloks (TE) – kwas ( $\pm$ )-6-hydroksy-2,5,7,8-tetrametylo-chromano-2-karboksylowy (97 %, Aldrich, Rosja), który zastosowano jako wzorzec związków o właściwościach przeciwutleniających. Stężenie roztworu bazowego troloksu wynosiło 2,5 mmol/dm<sup>3</sup>. Z tego roztworu sporządzano następnie rozcieńczenia, których użyto do wyznaczenia krzywej kalibracji.

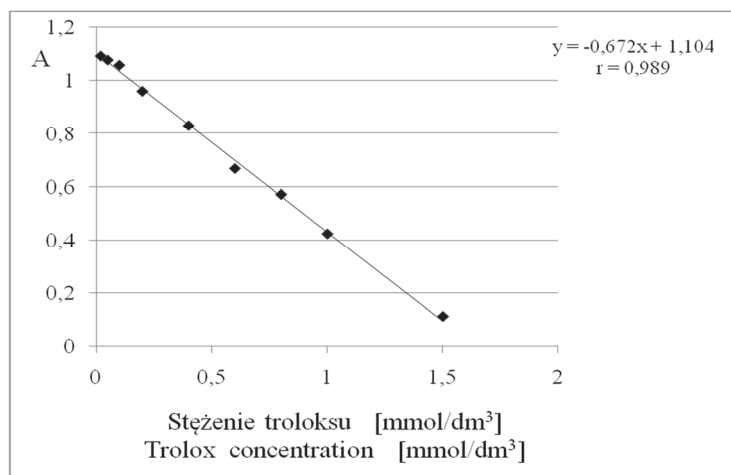
Właściwości przeciwutleniające ekstraktów owoców, cebuli i czosnku metodą FRAP prowadzono według procedury, którą opracowali Benzie i Strain [3], a zmodyfikowali Thaipong i wsp. [23]. Polega ona na określeniu zdolności redukcji jonów Fe<sup>3+</sup> przez antyoksydanty obecne w badanej próbce do jonów Fe<sup>2+</sup>, które koordynacyjnie połączone z 2,4,6-tri(2-pirydylo)-s-1,3,5-triazyną (TPTZ) tworzą kompleks o granatowym zabarwieniu. W tym celu do 1450  $\mu$ l roztworu sporządzonego z buforu octanowego o pH = 3,6, 10 mmol/dm<sup>3</sup> roztworu TPTZ i 20 mmol/dm<sup>3</sup> roztworu FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O (zmieszanych w stosunku objętościowym 10 : 1 : 1) dodawano 50  $\mu$ l ekstraktu wodnego badanej próbki i mieszano, a po 8 min mierzono absorbancję (spektrofotometrem HACH Lange GmbH DR 2800, Niemcy) przy  $\lambda$  = 593 nm. Próba zerowa zawierała 50  $\mu$ l wody redestylowanej zamiast ekstraktów.

Oznaczanie właściwości przeciwutleniających metodą DPPH<sup>•</sup> prowadzono według procedury opracowanej przez Brand-Williamsa [4] i zmodyfikowanej przez Thaiponga [23]. Polega ona na redukcji stabilnego rodnika azowego DPPH<sup>•</sup> przez przeciwutleniacze zawarte w próbce. Alkoholowy roztwór rodnika ma barwę purpurową o maksimum absorbancji przy  $\lambda$  = 515 nm. Roztwory rodnika DPPH<sup>•</sup> o stężeniu 0,10 mmol/dm<sup>3</sup> (sporządzone z roztworu 0,60 mmol/dm<sup>3</sup> w metanolu) otrzymywano bezpośrednio przed analizą. Ich absorbancja wynosiła 1,11  $\pm$  0,02. Podczas analizy 50  $\mu$ l ekstraktów mieszano z 1450  $\mu$ l 0,10 mmol/dm<sup>3</sup> roztworu DPPH<sup>•</sup> i przechowywano w cieplarni o temp. 27 °C przez 60 min, po czym mierzono absorbancję odbarwionych roztworów. Czas reakcji wybrano jako optymalny dla wszystkich ekstraktów na podstawie krzywych zależności absorbancji od czasu.

Oznaczenia ilościowe przeprowadzono metodą krzywej kalibracyjnej. Krzywe sporządzano na podstawie wyników oznaczeń absorbancji 9 stężeń (w zakresie 0,02 ÷ 2,0 mmol/dm<sup>3</sup>) roztworów metanolowych troloksu. Przedstawiono je wraz z równaniami, na podstawie których przeprowadzono oznaczenia ilościowe, na rys. 1 i 2.



Rys. 1. Krzywa kalibracyjna dla troloksu wyznaczona wg metody FRAP; n = 6 dla każdego stężenia  
Fig. 1. Calibration curve for trolox determined by FRAP method; n = 6 for each concentration rate



Rys. 2. Krzywa kalibracyjna dla troloksu wyznaczona wg metody DPPH; n = 6 dla każdego stężenia  
Fig. 2. Calibration curve for trolox determined by DPPH method, n = 6 for each concentration rate

Granice wykrywalności (LOD) obliczano na podstawie wartości odchylenia standardowego próbek zerowych (zawierających wodę redestylowaną zamiast badanego ekstraktu) i kąta nachylenia krzywych kalibracyjnych [13], a granicę oznaczalności (LOQ) przyjęto jako równą 3LOD. Podstawowe parametry walidacji przedstawiono w tab. 1. Zastosowane spektrofotometryczne metody FRAP i DPPH charakteryzowały się dobrą powtarzalnością i precyzją pośrednią o wartościach nieprzekraczających 15%. Powtarzalność wyrażono jako współczynnik zmienności [%] wyników trzech

spektrofotometrycznych oznaczeń właściwości przeciwutleniających dla każdego z ekstraktów badanych produktów otrzymanych w danym dniu pomiarowym, natomiast precyzję pośrednią – jako współczynnik zmienności [%] wyników dla trzech serii takich oznaczeń przeprowadzanych w odstępach kilkudniowych. Liniowość metod wyznaczono na podstawie krzywych kalibracyjnych dla troloksu i wartości współczynników regresji obliczonych przy użyciu programu Excel (Microsoft) [13].

Tabela 1. Parametry walidacyjne metod oznaczania właściwości przeciwutleniających  
Table 1. Method validation parameters for methods to determine antioxidant properties

Parametr Parameter	Metoda FRAP FRAP method	Metoda DPPH DPPH method
Granica wykrywalności LOD Limit of detection [mmol/dm <sup>3</sup> ]	0,02	0,05
Granica oznaczalności LOQ Limit of quantification [mmol/dm <sup>3</sup> ]	0,06	0,15
Powtarzalność / Repeatability [%]	3,10	2,30
Precyzja pośrednia / Intermediate precision [%]	8,90	3,30
Liniowość / Linearity [mmol/dm <sup>3</sup> ]	0,02 - 2,00	0,05 - 1,50

Ekstrakcję każdej z badanych próbek przeprowadzano trzykrotnie. W każdym ekstrakcie trzykrotnie oznaczano właściwości przeciwutleniające z użyciem metod FRAP i DPPH. Wyniki oznaczeń obydwu metod wyrażano jako równoważnik troloksu, po przeliczeniu na stężenie  $\mu\text{mol TE/g}$  produktu. Przedstawiono je wykorzystując podstawowe parametry statystyki opisowej, takie jak wartość średnia i odchylenie standardowe. Dla zbadania korelacji pomiędzy zmiennymi uzyskanymi metodami FRAP i DPPH obliczono współczynnik korelacji Pearsona. Do obliczeń zastosowano program Statistica for Windows wersja 10.0.

## Wyniki i dyskusja

Wyniki oznaczeń właściwości przeciwutleniających wybranych produktów roślinnych w przeliczeniu na masę produktu wyjściowego oraz w przeliczeniu na suchą masę (s.m.) produktu przedstawiono w tab. 2.

Obydwie wybrane spektrofotometryczne metody oznaczania właściwości przeciwutleniających zachodzą według tego samego mechanizmu reakcji, tj. przeniesienia elektronu z przeciwutleniacza na utleniacz ( $\text{Fe}^{+3}$  i rodnik DPPH). Z tego też względu korelacja wyników oznaczeń właściwości przeciwutleniających badanych owoców i przypraw (cebuli i czosnku), wyznaczona metodą FRAP i DPPH, przedstawiona graficznie na rys. 3, charakteryzuje się wysoką wartością współczynnika korelacji  $r = 0,98$ .

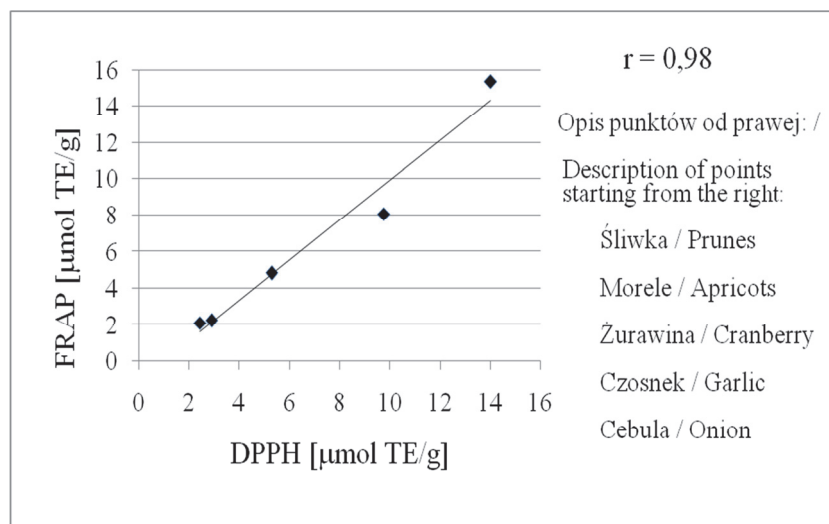
Tabela 2. Właściwości przeciwutleniające badanych produktów roślinnych

Table 2. Antioxidant properties of natural products analyzed

Badany produkt Analyzed product	Metoda FRAP FRAP method [ $\mu\text{mol TE/g}$ ]	Metoda DPPH DPPH method [ $\mu\text{mol TE/g}$ ]	Metoda FRAP [ $\mu\text{mol TE/g s.m.}$ ] FRAP method [ $\mu\text{mol TE/g d.m.}$ ]	Metoda DPPH [ $\mu\text{mol TE/g s.m.}$ ] DPPH method [ $\mu\text{mol TE/g d.m.}$ ]
Śliwki suszone Prunes	14,02 $\pm$ 1,36	15,35 $\pm$ 0,27	22,07 $\pm$ 2,15	24,16 $\pm$ 0,42
Morele suszone Dried apricots	9,76 $\pm$ 0,53	8,07 $\pm$ 0,32	13,15 $\pm$ 0,39	10,87 $\pm$ 0,43
Żurawina suszona Dried cranberries	5,28 $\pm$ 0,20	4,83 $\pm$ 0,13	6,98 $\pm$ 0,26	6,39 $\pm$ 0,17
Cebula świeża Fresh onion	2,43 $\pm$ 0,16	2,10 $\pm$ 0,04	17,15 $\pm$ 1,12	14,80 $\pm$ 0,27
Czosnek świeży Fresh garlic	2,88 $\pm$ 0,16	2,23 $\pm$ 0,07	7,86 $\pm$ 0,44	6,08 $\pm$ 0,18

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie  $\pm$  odchylenia standardowe / Table shows mean values  $\pm$  standard deviations; n = 9; s.m. – sucha masa / d.m. – dry mass.



Rys. 3. Zależność właściwości przeciwutleniających oznaczonych metodami FRAP i DPPH w produktach wyjściowych: suszonych owocach, czosnku i cebuli

Fig. 3. Correlation between antioxidant properties of products analyzed: dried fruits, garlic and onion as determined by FRAP and by DPPH methods

Podobnie wysoką korelację analogicznych danych (FRAP i DPPH) wykazali Thaipong i wsp. [23], którzy oznaczali właściwości przeciwutleniające owocu gujawy z wykorzystaniem kilku różnych metod analitycznych. Z przeglądu literatury przedmiotu wynika, że właściwości przeciwutleniające produktów pochodzenia roślinnego oznaczone metodą FRAP pozostają zwykle w silnej korelacji z zawartością kwasu askorbinowego [23] oraz z zawartością związków polifenolowych [12, 22, 23].

Spośród wybranych do badań produktów roślinnych najwyższe właściwości przeciwutleniające wykazywały ekstrakty z suszonych sliwek. Ekstrakty wodne ze świeżej cebuli i czosnku, przypraw najczęściej używanych w kuchni polskiej do przygotowania potraw mięsnych, charakteryzowały się słabszymi właściwościami przeciwutleniającymi niż z suszonych owoców. Wynika to prawdopodobnie z większej zawartości związków polifenolowych i witaminy C w owocach niż w cebuli i czosnku. Wymienione związki są bowiem odpowiedzialne za właściwości przeciwutleniające tych produktów [25]. Poza tym nie można wykluczyć wpływu związków zastosowanych jako konserwanty suszonych moreli (SO<sub>2</sub>) i żurawiny (nienasycony kwas sorbowy) na wyniki oznaczeń.

Właściwości przeciwutleniające badanych owoców, cebuli i czosnku w przeliczeniu na suchą masę (tab. 2) były wyższe od odpowiednich wartości produktów wyjściowych. Śliwki (w przeliczeniu na suchą masę) również przewyższały aktywność pozostałych produktów, natomiast właściwości cebuli i czosnku (w których zawartość wody była znacznie większa niż w suszonych owocach) były zbliżone do właściwości przeciwutleniających moreli i żurawiny. Aktywność przeciwutleniająca cebuli, oznaczona metodą FRAP, w badaniach własnych wyniosła 17,15 μmol/g s.m. i była porównywalna z wartością ekstraktów wodnych suszonej cebuli (17,8 μmol/g s.m.) stwierdzoną przez Santasa i wsp. [22].

Dodatek cebuli i czosnku do mięs poddawanych obróbce termicznej wpływa na obniżenie stężeń heterocyklicznych związków azotu oraz WWA tworzących się podczas tych procesów [10, 11]. Prawdopodobne jest zatem, że z uwagi na stosunkowo silne właściwości przeciwutleniające suszone owoce, podobnie jak czosnek i cebula, dodane do potraw mięsnych spowodują ograniczenie syntezy kancerogennych związków powstających w wyniku reakcji rodnikowych w termicznie przetwarzanej żywności. Badania nad tym zagadnieniem są w trakcie realizacji. Dotychczas udowodniono, że owoce wiśni oraz suszone obierki jabłek dodane do potraw mięsnych w ilości 0,1 ÷ 11,5 % (m/m) wykazują działanie hamujące proces powstawania związków z grupy amin heterocyklicznych nawet o 90 % [5, 20, 21].

Należy podkreślić, że składniki przeciwutleniające obecne w suszonych owocach oraz w cebuli i czosnku, zastosowanych jako dodatki smakowe do mięsa, mogą wywierać korzystny wpływ również na inne procesy towarzyszące obróbce termicznej produktów wysokobiałkowych. W licznych badaniach potwierdzono, że naturalne związki

o właściwościach przeciwutleniających przyczyniają się m.in. do redukcji wolnych rodników, dezaktywacji enzymów utleniających, chelatowania jonów metali katalizujących reakcje rodnikowe oraz do zahamowania procesów utleniania lipidów i białek zachodzących podczas produkcji przetworów mięsnych [1, 18, 26].

### Wnioski

1. Właściwości przeciwutleniające suszonych owoców oznaczone przy zastosowaniu spektrofotometrycznych metod (FRAP i DPPH), wyrażone jako równoważnik troloksu [ $\mu\text{mol TE/g}$  produktu] są silniejsze od analogicznych właściwości świeżej cebuli i czosnku.
2. Suszone śliwki charakteryzują się znacznie wyższą aktywnością przeciwutleniającą niż suszone morele i żurawina.
3. Korzystne parametry przeciwutleniające suszonych owoców wskazują na możliwości ich wykorzystania jako dodatków do mięs poddawanych obróbce termicznej.

*Badania były finansowane ze środków służących rozwojowi uczestników studiów doktoranckich w 2016r nr KNW -2-216/0/6/N oraz ze środków na działalność statutową uczelni w 2016r.*

### Literatura

- [1] Ahmad S., Gokulakrishnan P., Giriprasad R., Yatoo M.: Fruit-based natural antioxidants in meat and meat products: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2015, **55** (11), 1503-1513.
- [2] Aykan N.F.: Red meat and colorectal cancer. *Oncol. Rev.*, 2015, **9** (1), 288-332.
- [3] Benzie I.F., Strain J.J.: The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal. Biochem.*, 1996, **239** (1), 70-76.
- [4] Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C.: Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 1995, **28**, 25-30.
- [5] Britt C., Gomaa E., Gray J., Booren A.: Influence of cherry tissue on lipid oxidation and heterocyclic aromatic amine formation in ground beef patties. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46** (12), 4891-4897.
- [6] Carr P.R., Walter V., Brenner H., Hoffmeister M.: Meat subtypes and their association with colorectal cancer: Systematic review and meta-analysis. *Int. J. Cancer.*, 2016, **138** (2), 293-302.
- [7] Cheng K.W., Wu Q., Zheng Z.P., Peng X., Simon J.E., Chen F., Wang M.: Inhibitory effect of fruit extracts on the formation of heterocyclic amines. *J. Agric. Food Chem.*, 2007, **55**, 10359-10365.
- [8] Haytowitz D., Bhagwat S.: USDA database for the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of selected foods Release 2. May 2010. [on line]. U.S. Department of Agriculture. Dostęp w Internecie [01.04.2016]: [http://www.orac-info-portal.de/download/ORAC\\_R2.pdf](http://www.orac-info-portal.de/download/ORAC_R2.pdf)
- [9] Jägerstad M., Skog K.: Genotoxicity of heat processed foods. *Mutat. Res.*, 2005, **574**, 156-172.
- [10] Janoszka B.: Heterocyclic amines and azaarenes in pan-fried meat and its gravy fried without additives and in the presence of onion and garlic. *Food Chem.*, 2010, **120**, 463-473.
- [11] Janoszka B.: HPLC-fluorescence analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in pork meat and its gravy fried without additives and in the presence of onion and garlic. *Food Chem.*, 2011, **126**, 1344-1353.
- [12] Kołodziej B., Drożdżal K.: Właściwości przeciwutleniające kwiatów i owoców bzu czarnego pozytywnie ze stanu naturalnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, **4** (77), 36-44.

- [13] Konieczka P., Zygmunt B., Namieśnik J.: Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych. WNT, Warszawa 2013.
- [14] Magalhães L.M., Segundo M.A., Reis S., Lima J.L.: Methodological aspects about *in vitro* evaluation of antioxidant properties. *Anal. Chim. Acta*, 2008, **613**, 1-19.
- [15] Majcherczyk J., Surówka K.: Heterocykliczne aminy aromatyczne jako zagrożenie chemiczne w produktach mięsnych poddawanych obróbce termicznej. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, **1 (98)**, 16-34.
- [16] Małyszko, J. Karbarz, M.: Spektrofotometryczne i elektrochemiczne metody oznaczania aktywności antyoksydacyjnej. *Wiad. Chem.*, 2009, **63 (1-2)**, 18-38.
- [17] Meurillon M., Erwan E.: Mitigation strategies to reduce the impact of heterocyclic aromatic amines in proteinaceous foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 2016, **50**, 70-84.
- [18] Nunez de Gonzalez M., Boleman R., Miller R., Keeton J., Rhee K.: Antioxidant properties of dried plum ingredients in raw and precooked pork sausage. *J. Food Sci.*, 2008, **73 (5)**, H63-71.
- [19] Olędzki R.: Potencjał antyoksydacyjny owoców i warzyw oraz jego wpływ na zdrowie człowieka. *Nauki Inż. Technol.*, 2012, **1 (4)**, 44-54.
- [20] Rounds L., Havens C., Feinstein Y., Friedman M., Ravishankar S.: Plant extracts, spices, and essential oils inactivate *Escherichia coli* O157:H7 and reduce formation of potentially carcinogenic heterocyclic amines in cooked beef patties. *J. Agric. Food Chem.*, 2012, **60**, 3792-3799.
- [21] Sabally K., Sleno L., Jauffrit J., Iskandar M., Kubow S.: Inhibitory effects of apple peel polyphenol extract on the formation of heterocyclic amines in pan fried beef patties. *Meat Sci.*, 2016, **117**, 57-62.
- [22] Santas J., Carbo R., Gordon M., Almajano M.: Comparison of the antioxidant activity of two Spanish onion varieties. *Food Chem.*, 2008, **107**, 1210-1216.
- [23] Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K., Cisneros-Zevallos L., Byrne D.: Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J. Food Compos. Anal.*, 2006, **19**, 669-675.
- [24] Vitaglione P., Fogliano V.: Use of antioxidants to minimize the human health risk associated to mutagenic/carcinogenic heterocyclic amines in food. *J. Chromatogr. B.*, 2004, **802**, 189-199.
- [25] Wawrzyniak A., Krotki M., Stoparczyk B.: Właściwości antyoksydacyjne owoców i warzyw. *Med. Rodz.*, 2011, **1**, 19-23.
- [26] Wereńska M.: Naturalne antyutleniacze stosowane do mięs. *Nauki Inż. Technol.*, 2013, **1 (8)**, 79-90.
- [27] WHO-IARC. World Health Organisation – International Agency for Research on Cancer: IARC Monographs, Volume 114: Red Meat and Processed Meat. Lyon 2015.
- [28] Worobiej E.: Oznaczanie zawartości wody w produktach spożywczych. W: Wybrane zagadnienia z analizy żywności. Red. M. Obiedziński Wyd. SGGW, Warszawa 2009, s. 57.

#### ASSESSING ANTIOXIDATIVE PROPERTIES OF SELECTED PLANT-BASED PRODUCTS IN TERMS OF THEIR USABILITY AS ADDITIVES TO THERMALLY TREATED HIGH PROTEIN FOOD

##### Summary

The objective of the research study was to compare the antioxidant properties of selected dried fruits: prunes, apricots, and cranberries with the properties of fresh onion and garlic. The research study was undertaken on account of the confirmed inhibitory effect of plant-based additives with high content of antioxidants on the synthesis of muta- and carcinogenic compounds, i.a. heterocyclic aromatic amines formed by radical processes in high protein food during its thermal processing. To assess the antioxidant properties, the following spectrophotometric methods were applied: FRAP consisting in determining the ability of reducing  $Fe^{3+}$  ions and a DPPH method consisting in the reduction of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical by antioxidants contained in the plant-based samples analyzed. The analysis results

were expressed as an antioxidant trolox equivalent [ $\mu\text{mol/g}$  of product]. A strong correlation of high coefficient value  $r = 0.98$  was proved to exist between the data obtained using both the FRAP and the DPPH method. The antioxidant properties of dried fruits were stronger than that of fresh onions and garlic. The activity of the studied products determined using the FRAP method [ $\mu\text{mol trolox/g}$  of product] can be ranked as follows: prunes (14.02) > dried apricots (9.76) > dried cranberries (5.28) > fresh garlic (2.88) > fresh onion (2.43). It can be assumed that on account of the beneficial antioxidant parameters of dried fruits compared to that of garlic and onions, their addition to the thermally processed high-protein food will reduce the synthesis of carcinogenic compounds in meat meals similar to what was found in the case of garlic and onions.

**Key words:** dried fruits: prunes, apricots, cranberry, onion, garlic, antioxidant properties ☒



ROBERT SOCHA, CELINA HABRYKA, LESŁAW JUSZCZAK

## WPŁYW DODATKU PROPOLISU NA ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH ZWIĄZKÓW POLIFENOLOWYCH ORAZ AKTYWNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCĄ MIODU

### Streszczenie

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu wzbogacania miodu wielokwiatowego propolisem na zawartość związków fenolowych oraz aktywność przeciwutleniającą. Materiał doświadczalny stanowiły miody wielokwiatowe ( $n = 5$ ) oraz miody wielokwiatowe wzbogacone propolisem ( $n = 5$ ) pochodzące z pięciu wybranych pasiek południowej Polski. W próbkach oznaczono całkowitą zawartość polifenoli oraz flawonoidów, całkowitą aktywność przeciwutleniającą i aktywność przeciwrodnikową w reakcji z DPPH<sup>\*</sup> oraz zdolność redukcyjną metodą FRAP. Zawartość wybranych kwasów fenolowych oraz flawonoidów oznaczono metodą HPLC. Miody wielokwiatowe zawierały związki fenolowe na poziomie  $23,52 \div 63,00$  mg GAE/100 g produktu oraz flawonoidy –  $5,26 \div 14,39$  mg QE/100 g miodu. Wzbogacenie miodu propolisem istotnie zwiększyło zawartość polifenoli i flawonoidów ogółem w zależności od pochodzenia próbki. Maksymalna zawartość związków fenolowych w miodach wzbogaconych propolisem wyniosła  $198,47$  mg GAE/100 g, natomiast flawonoidów –  $135,51$  mg QE/100 g. Stwierdzono również istotny wzrost zawartości poszczególnych kwasów fenolowych i flawonoidów w próbkach wzbogaconych propolisem. Wśród kwasów fenolowych dominujący był kwas p-kumarowy, (maksymalnie  $30,28$  mg/100 g), a wśród flawonoidów – galangina (maksymalnie  $25,41$  mg/100 g). We wszystkich przypadkach wzbogacenie miodu propolisem wpłynęło istotnie na wzrost jego aktywności przeciwutleniającej, przeciwrodnikowej i zdolności redukcyjnej. Aktywność przeciwrodnikowa miodów wielokwiatowych ( $5,65 \div 26,21$  %) wzrosła po ich wzbogaceniu propolisem do  $26,50 \div 88,33$  %. Równocześnie zdolność redukcyjna miodów z dodatkiem propolisu ( $7,83 \div 53,79$   $\mu$ M Fe(II)/100 g) była zdecydowanie większa niż miodów bez tego dodatku ( $1,64 \div 6,61$   $\mu$ M Fe(II)/100 g). Stwierdzono również istotne korelacje liniowe pomiędzy całkowitą zawartością związków fenolowych i flawonoidów a aktywnością przeciwutleniającą i przeciwrodnikową oraz zdolnością redukującą.

**Słowa kluczowe:** miód, propolis, profil fenolowy, właściwości przeciwutleniające

## Wprowadzenie

Miód oraz produkty pszczele są wartościowymi składnikami diety człowieka. Stanowią one cenne i bogate źródło związków biologicznie czynnych [5, 10, 26]. Stosowane są od wieków w tradycyjnej medycynie ludowej ze względu na szerokie spektrum działania przeciwbakteryjnego, przeciwrodnikowego, przeciwutleniającego, przeciwrakowego i wspomagającego w profilaktyce i leczeniu wielu chorób [6, 8, 9, 10, 28]. Produkty pszczele mogą stanowić również atrakcyjne składniki żywności prozdrowotnej i funkcjonalnej, ze względu na ich znaczny potencjał przeciwutleniający [11, 19, 25, 28]. Do składników miodu o aktywności przeciwutleniającej należą niektóre białka i aminokwasy, karotenoidy, związki fenolowe i flawonoidy, kwas askorbinowy, kwasy organiczne oraz produkty reakcji Maillarda [7, 10, 13, 18, 17, 27]. Skład miodów i pozostałych produktów pszczelich oraz ich aktywność biologiczna zależą od czynników takich, jak: źródło nektaru, pora roku, warunki klimatyczne i środowiskowe, czynniki genetyczne i inne [2, 13, 19, 20].

Jednym z ważnych produktów pszczelich jest propolis – substancja produkowana przez pszczoły z żywiczno-woskowych wydzielin roślin w postaci żywiczno-balsamicznej masy o charakterystycznym zapachu i gorzkim, cierpkim smaku. Propolis ma silne właściwości przeciwdrobnoustrojowe, przeciwzapalne, immunostymulujące, chemoprewencyjne, cytotatyczne i proapoptotyczne [3, 28]. Związki fenolowe występujące w propolisie hamują tworzenie rodników aminowych, tlenowych i nadtlenowych, kompleksują jony metali przejściowych, przerywają reakcje wolnorodnikowe i zapobiegają peroksydacji lipidów [14, 21]. Z właściwościami przeciwutleniającymi propolisu wiąże się także jego aktywność przeciwkancerogenna, ponieważ może on hamować namnażanie się komórek rakowych i powodować ich apoptozę. Największe znaczenie w prewencji nowotworów ma ester fenyloetylowy kwasu kawowego (CAPE), jednak warunkiem jego aktywności jest synergiczne działanie wszystkich składników zawartych w propolisie [3]. Propolis może być wprowadzany do miodu w formie zagęszczonego ekstraktu alkoholowego [23]. Ze względu jednak na intensywny zapach oraz smak możliwa jego ilość do wprowadzenia jest ograniczona. Jak podają Osés i wsp. [14], ilość propolisu wprowadzonego do miodu nie powinna przekraczać 1 % ze względu na jego niekorzystny wpływ na charakterystykę sensoryczną miodu.

Produkty pszczele zdobywają coraz większe uznanie konsumentów ze względu na zawartość związków bioaktywnych. Wśród nich znaczącą grupę stanowią związki polifenolowe o charakterze naturalnych przeciwutleniaczy, których bogatym źródłem jest propolis. Najbardziej naturalnym sposobem wprowadzenia propolisu do diety człowieka wydaje się być jego dodatek do miodu [14, 23].

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu wzbogacenia miodu wielokwiatowego propolisem na zawartość wybranych kwasów fenolowych i flawonoidów oraz jego właściwości przeciwutleniające.

### **Material i metody badań**

Material doświadczalny stanowiły miody wielokwiatowe ( $n = 5$ ) oraz miody wielokwiatowe wzbogacone propolisem ( $n = 5$ ). Próbkę miodów pochodziły z pasiek południowej Polski: Pasieki Barć w Kamiannej, woj. małopolskie (producent A), PH Barć w Biszczy, woj. lubelskie (B), Gospodarstwa Pasiecznego „Sądecki Bartnik” w Stróżach, woj. małopolskie (C), Pasieki pod Pilskiem w Korbielowie, woj. śląskie (D) i Gospodarstwa Pasiecznego w Sułkowicach, woj. małopolskie (E). Próbkę pochodzące z każdej pasieki obejmowały miód wielokwiatowy oraz miód wielokwiatowy wzbogacony propolisem w ilościach: próbka A – 0,5 %, próbka D – 0,88 %, próbki B, C, E – 1 %, zgodnie z deklaracją producenta zamieszczoną na etykiecie.

#### *Ekstrakcja*

Ekstrakcję składników o charakterze polifenoli wykonywano metodą opisaną przez Sochę i wsp. [19]. Próbkę miodów rozpuszczano w wodzie dejonizowanej, zakwaszano do  $\text{pH} = 2$ , a następnie wysycano  $\text{NaCl}$  (POCH, Polska). Uzyskany roztwór ekstrahowano trzykrotnie octanem etylu (POCH, Polska). Następnie uzyskane ekstrakty łączono i rozpuszczalnik oddestylowywano w wyparce próżniowej (RVO 200, Ingos, Republika Czeska) w temp.  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  w atmosferze argonu. Uzyskaną pozostałość rozpuszczano w metanolu (POCH, Polska) i przechowywano w temp.  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  do czasu wykonywania oznaczeń całkowitej zawartości polifenoli i flawonoidów ogółem, całkowitej aktywności przeciwutleniającej i przeciwrodnikowej, zdolności redukcyjnej oraz profilu polifenolowego.

#### *Metody analityczne*

Całkowitą zawartość związków fenolowych oznaczano spektrofotometrycznie w reakcji z odczynnikiem Folina-Ciocalteu’a [12]. Do sporządzenia krzywej wzorcowej użyto kwasu galusowego (Sigma-Aldrich, Niemcy). Pomiary absorbancji wykonywano za pomocą spektrofotometru V-630 (Jasco, Japonia) przy długości fali  $\lambda = 760\text{ nm}$ . Wyniki wyrażano w mg kwasu galusowego (GAE) na 100 g miodu.

Całkowitą zawartość flawonoidów oznaczano spektrofotometrycznie w reakcji z chlorkiem glinu [1]. Do sporządzenia krzywej wzorcowej użyto kwercetyny (Sigma-Aldrich, Niemcy). Pomiary absorbancji wykonywano przy długości fali  $\lambda = 510\text{ nm}$ . Wyniki wyrażano w mg kwercetyny (QE) na 100 g miodu.

Zawartość kwasów fenolowych (chlorogenowego, ferulowego, galusowego, kawowego i p-kumarowego) oraz flawonoidów (chryzyny, galanginy, kempferolu

i kwercetyny) oznaczano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej przy użyciu układu HPLC LC-NetII/ADC (Jasco, Japonia) z detekcją spektrofotometryczną. W zależności od związku pomiar spektrofotometryczny wykonywano przy długościach fal: kwas galusowy i chryzyna –  $\lambda = 280$  nm, kwas chlorogenowy, ferulowy, kawowy i p-kumarowy –  $\lambda = 320$  nm oraz galangina, kwercetyna i kempferol –  $\lambda = 360$  nm [18]. Rozdział oznaczanych polifenoli wykonywano w układzie odwróconych faz. Stosowano kolumnę Purospher ( $25 \times 0,4$  cm,  $5 \mu\text{m}$ ) (Merck, Niemcy) w temp.  $30^\circ\text{C}$  oraz elucję gradientową (2,5-procentowy roztwór kwasu octowego/acetonitryl (Merck, Niemcy) przy szybkości przepływu  $1 \text{ cm}^3/\text{min}$ . Jakościową identyfikację związków fenolowych wykonywano z użyciem detektora DAD MD-2018 plus (Jasco, Japonia) poprzez porównanie widm UV rozdzielanych substancji z odpowiednimi wzorcami. Zastosowane wzorce otrzymano z firm Fluka Chemie AG (Szwajcaria) oraz Sigma-Aldrich (Niemcy).

Całkowitą aktywność przeciwutleniającą oznaczano metodą polegającą na pomiarze absorbancji barwnego kompleksu, powstałego w reakcji polifenoli z mieszaniną reakcyjną zawierającą molibdenian(VI) amonu [16]. Całkowitą aktywność przeciwutleniającą wyrażano jako wartość absorbancji mierzonej przy długości fali  $\lambda = 695$  nm.

Oznaczanie zdolności badanych miodów do dezaktywacji wolnych rodników wykonywano w reakcji z rodnikiem DPPH $\cdot$  (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl) (Sigma-Aldrich, Niemcy) [19]. Pomiary absorbancji wykonywano przy długości fali  $\lambda = 515$  nm. Aktywność przeciwrodnikową wyrażano jako procent inhibicji rodnika DPPH $\cdot$ .

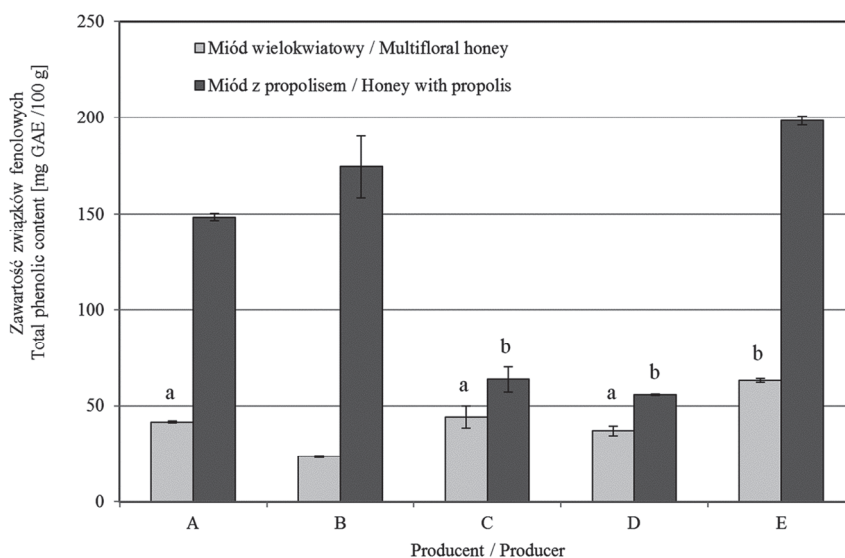
Zdolność redukcyjną oznaczano spektrofotometryczną metodą FRAP [20] polegającą na określeniu zdolności redukcji jonów żelaza(III), które są następnie kompleksowane przez odczynnik TPTZ (2,4,6-tris(2-pirydylo)-s-triazynę) (Sigma-Aldrich, Niemcy) z wytworzeniem intensywnego, niebieskiego zabarwienia. Pomiary absorbancji wykonywano przy długości fali  $\lambda = 593$  nm. Wyniki wyrażano w  $\mu\text{M Fe(II)}/100$  g miodu.

#### *Analiza statystyczna*

Wszystkie pomiary spektrofotometryczne wykonano w trzech powtórzeniach, natomiast analizy chromatograficzne dwukrotnie. W celu oceny istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi oznaczanych parametrów zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji oraz test Duncana przy poziomie istotności 0,05. Ponadto pomiędzy wybranymi parametrami obliczono współczynniki korelacji liniowej Pearsona, a ich istotność zweryfikowano testem t-Studenta przy poziomie istotności 0,05.

## Wyniki i dyskusja

Wyniki całkowitej zawartości związków fenolowych w miodach wielokwiatowych oraz w miodach wzbogaconych propolisem przedstawiono na rys. 1. Zawartość tych związków w miodach naturalnych wahała się w zakresie  $23,52 \div 63,00$  mg GAE/100 g, przy średniej zawartości 41,89 mg GAE/100 g. Uzyskane wartości są zgodne z danymi literaturowymi [13, 22, 26]. Całkowita zawartość związków fenolowych w miodach jest skorelowana z ich barwą; im jest ona ciemniejsza, tym większą zawartością polifenoli oraz aktywnością przeciwutleniającą charakteryzuje się miód [25]. Wśród polskich miodów odmianowych szczególnie bogate w związki fenolowe są miody gryczany oraz wrzosowy [26]. Wzbogacenie miodu propolisem w każdym przypadku istotnie wpłynęło na wzrost całkowitej zawartości związków fenolowych, w zależności od pochodzenia próbki (rys. 1). Maksymalna oznaczona zawartość polifenoli ogółem wynosiła 198,47 mg GAE/100 g, przy średniej ich zawartości w miodach wzbogaconych na poziomie 128,09 mg GAE/100 g.



Objaśnienia: Explanatory notes:

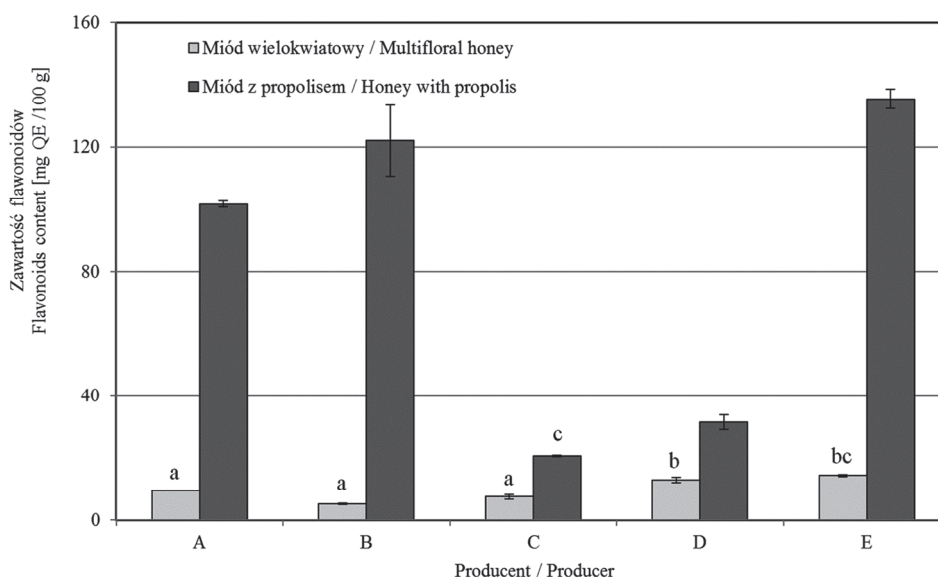
Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) i odchylenia standardowe (w postaci odcinków) / Figure shows mean values (bars) and standard deviations (line segments);

a, b – wartości średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ( $p > 0,05$ ) / Mean values marked with the same letter do not differ statistically significantly ( $p > 0.05$ ).

Rys. 1. Zawartość związków fenolowych w miodach wielokwiatowych oraz w miodach wzbogaconych propolisem

Fig. 1. Content of phenolic compounds in multifloral honey and in propolis-enriched honey

Wyniki oznaczania całkowitej zawartości flawonoidów przedstawiono na rys. 2. Zawartość tej grupy polifenoli w miodach wielokwiatowych wahała się w zakresie 5,26 ÷ 14,39 mg QE/100 g, przy średniej zawartości 9,94 mg QE/100 g. Wartości te znajdują odzwierciedlenie w danych literaturowych [15, 24, 27]. Podobnie jak w przypadku polifenoli, wzbogacenie miodu propolisem wpłynęło na istotny ( $p < 0,05$ ) wzrost zawartości flawonoidów, których zawartość wynosiła 20,80 ÷ 135,51 mg QE/100 g. Istotny wzrost zawartości flawonoidów w miodach wzbogaconych propolisem zaobserwowali także Osés i wsp. [14]. W badaniach własnych zaobserwowano, że wzbogacenie miodu propolisem w różnym stopniu wpływa na zawartość substancji bioaktywnych, w tym flawonoidów. W przypadku producentów C i D wzrost zawartości flawonoidów w miodach był około trzykrotny, natomiast w miodach z pasieki B zawartość flawonoidów po wzbogaceniu wzrosła około dwudziestopięciokrotnie.



Objaśnienia: Explanatory notes:

Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) i odchylenia standardowe (w postaci odcinków) / Figure shows mean values (bars) and standard deviations (line segments);

a, b, c – wartości średnie oznaczone takimi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ( $p > 0,05$ ) / mean values marked with the same letter do not differ statistically significantly ( $p > 0.05$ ).

Rys. 2. Zawartość flawonoidów w miodach wielokwiatowych oraz w miodach wzbogaconych propolisem

Fig. 2. Content of flavonoids in multifloral honey and in propolis-enriched honey

Obserwowane zróżnicowanie wpływu propolisu na zawartość związków fenolowych może wynikać z samych różnic we właściwościach propolisu związanych z jego pochodzeniem [20]. Innym czynnikiem może być wpływ samej metody ekstrakcji propolisu z surowego materiału, w tym zastosowany rodzaj rozpuszczalnika oraz warunki (czas, temperatura, dostęp tlenu) jego usunięcia.

Ważną grupą związków fenolowych występujących w miodach są kwasy fenolowe. Ich zawartość jest zmienna jakościowo oraz ilościowo i zależy od wielu czynników, w tym pochodzenia i odmiany miodu [19, 22, 27]. Zawartość poszczególnych kwasów fenolowych w badanych próbkach miodów wielokwiatowych i wzbogaconych przedstawiono w tab. 1. W przypadku miodów wielokwiatowych dominującym kwasem fenolowym był kwas galusowy. We wszystkich próbkach miodów stwierdzono również obecność kwasu ferulowego i p-kumarowego. Istotnymi czynnikami wpływającymi na obecność kwasów fenolowych w miodach są jego odmiana, zależna od rodzaju pożytku oraz warunki klimatyczne i środowiskowe. Według Wilczyńskiej [27] szczególnie bogate w kwasy fenolowe są miody: wrzosowy, wielokwiatowy i gryczany. Wzbogacenie miodu propolisem spowodowało istotny wzrost zawartości kwasów fenolowych. Największy wzrost zawartości zaobserwowano w przypadku kwasu p-kumarowego, którego ilość w skrajnym przypadku (pasieka B) wzrosła ponad osiemset razy. Obserwacje te znajdują odzwierciedlenie w danych literaturowych. Według Sochy i wsp. [20] dominującym kwasem fenolowym w próbkach propolisu pochodzących z różnych rejonów Polski jest właśnie kwas p-kumarowy. Jego zawartość waha się w przedziale  $37,5 \div 116,9$  mg/g, przy średniej wartości 63,7 mg/g i zmienności na poziomie 37 %.

Zawartość pozostałych kwasów fenolowych była również istotnie większa w miodach wzbogaconych, ale wzrost ten był już znacznie mniejszy. Nie stwierdzono natomiast obecności kwasu chlorogenowego w badanych miodach wielokwiatowych, jednak ich wzbogacenie propolisem skutkowało istotnym wzrostem zawartości tego kwasu (tab. 1).

Wyniki zawartości poszczególnych flawonoidów w badanych miodach przedstawiono w tab. 2. We wszystkich miodach wielokwiatowych oznaczono chryzynę i w większości – kempferol. Nie stwierdzono natomiast obecności kwercetyny. Jak podaje Wilczyńska [27], najczęściej identyfikowanymi flawonoidami w miodach polskich są chryzyna, kwercetyna i kempferol. Świetlikowska i wsp. [22] nie stwierdzili obecności wolnej kwercetyny w miodach wielokwiatowych, natomiast oznaczyli jej pochodne w postaci glikozydów i rutynozydów. Wzbogacenie miodów propolisem spowodowało istotny wzrost zawartości wszystkich flawonoidów – największy chryzyny i galanginy. Obserwacje te znajdują odzwierciedlenie w danych literaturowych, gdyż według Sochy i wsp. [20] te dwa flawonoidy dominują w propolisie pochodzącym z różnych regionów Polski.

Tabela 1. Zawartość kwasów fenolowych w miódach wielokwiatowych oraz w miódach wzbogaconych propolisem  
 Table 1. Content of phenolic acids in multifloral honey and in propolis-enriched honey

Producer	Rodzaj miodu Type of honey	Kwasy fenolowe [mg/100 g] / Phenolic acids [mg/100 g]					p-Kumarowy p-Coumaric
		Chlorogenowy Chlorogenic	Ferulowy Ferulic	Galusowy Gallic	Kawowy Caffeic		
A	MW	n.d.	0,170 <sup>a</sup> ± 0,006	0,841 <sup>b</sup> ± 0,017	n.d.	0,055 ± 0,003	
	MP	0,334 ± 0,027	5,321 <sup>b</sup> ± 0,025	1,297 <sup>c</sup> ± 0,085	5,356 <sup>a</sup> ± 0,006	18,650 <sup>c</sup> ± 0,584	
B	MW	n.d.	0,157 <sup>a</sup> ± 0,004	0,786 <sup>a</sup> ± 0,058	n.d.	0,022 <sup>a</sup> ± 0,001	
	MP	0,397 <sup>a</sup> ± 0,034	7,142 <sup>c</sup> ± 0,900	1,060 ± 0,046	6,442 ± 1,157	18,101 <sup>c</sup> ± 2,464	
C	MW	n.d.	0,128 <sup>a</sup> ± 0,001	1,394 <sup>c</sup> ± 0,118	n.d.	0,111 <sup>b</sup> ± 0,007	
	MP	0,426 <sup>a</sup> ± 0,034	7,020 <sup>c</sup> ± 0,507	1,831 <sup>d</sup> ± 0,077	0,232 ± 0,001	11,433 ± 0,822	
D	MW	n.d.	0,071 ± 0,002	0,498 ± 0,009	0,053 ± 0,014	0,023 <sup>a</sup> ± 0,005	
	MP	0,232 ± 0,003	0,146 <sup>a</sup> ± 0,002	0,694 <sup>a</sup> ± 0,085	0,454 ± 0,003	0,234 ± 0,011	
E	MW	n.d.	0,229 ± 0,027	0,854 <sup>b</sup> ± 0,003	0,014 ± 0,003	0,093 <sup>b</sup> ± 0,010	
	MP	0,467 <sup>a</sup> ± 0,038	5,594 <sup>b</sup> ± 0,374	1,766 <sup>d</sup> ± 0,041	5,336 <sup>a</sup> ± 0,129	30,283 ± 0,326	

Objaśnienia / Explanatory notes:

MW – miód wielokwiatowy / multifloral honey; MP – miód wielokwiatowy z propolisem / multifloral honey with propolis.

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; n = 2; n.d. – poniżej granicy oznaczalności / below the limit of quantification;

a - d – wartości średnie w kolumnach oznaczone takimi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ( $p > 0,05$ ) / mean values in columns and denoted with the same letters do not differ statistically significantly ( $p > 0,05$ ).



Tabela 2. Zawartość flawonoidów w miodach wielokwiatowych oraz w miodach wzbogaconych propolisem  
 Table 2. Content of flavonoids in multifloral honey and in propolis-enriched honey

Producer	Rodzaj miodu Type of honey	Flawonoidy / Flavonoids [mg/100 g]				
		Chryzyna / Chrysin	Galangina / Galangin	Kempferol / Kaempferol	Kwercetyna / Quercetin	
A	MW	0,033 <sup>b</sup> ± 0,007	n.d.	0,013 ± 0,000	n.d.	
	MP	18,530 ± 0,945	25,405 <sup>b</sup> ± 1,530	1,666 ± 0,020	0,976 ± 0,026	
B	MW	0,040 <sup>b</sup> ± 0,006	n.d.	n.d.	n.d.	
	MP	24,196 ± 2,651	25,241 <sup>b</sup> ± 0,873	4,084 ± 0,279	1,615 <sup>b</sup> ± 0,127	
C	MW	0,033 <sup>b</sup> ± 0,007	n.d.	0,099 <sup>b</sup> ± 0,000	n.d.	
	MP	2,368 ± 0,062	3,562 ± 0,120	0,264 ± 0,038	0,318 <sup>a</sup> ± 0,053	
D	MW	0,163 <sup>a</sup> ± 0,025	0,111 <sup>a</sup> ± 0,001	0,028 <sup>a</sup> ± 0,000	n.d.	
	MP	0,261 <sup>a</sup> ± 0,007	0,387 ± 0,004	0,084 <sup>b</sup> ± 0,004	0,186 <sup>a</sup> ± 0,021	
E	MW	0,017 <sup>a</sup> ± 0,001	0,034 <sup>a</sup> ± 0,003	0,036 <sup>a</sup> ± 0,005	n.d.	
	MP	14,078 ± 0,261	4,641 ± 0,028	2,192 ± 0,028	1,764 <sup>b</sup> ± 0,036	

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

Analizowane miody odznaczały się różną aktywnością przeciwutleniającą, której największe wartości charakteryzowały próbki z pasiek A i E, natomiast najmniejsze – miód z pasieki D (tab. 3). Według Wilczyńskiej [26] aktywność przeciwutleniająca jest związana m.in. z barwą miodu. Im miód jest ciemniejszy, tym wykazuje większą aktywność przeciwutleniającą i przeciwrodnikową. Wśród polskich miódów szczególnie aktywne są miód gryczany i wrzosowy [26]. O aktywności przeciwutleniającej decyduje nie tylko ilość, ale również struktura związków fenolowych, a więc liczba i położenie grup hydroksylowych w cząsteczce. Innymi czynnikami mającymi wpływ na aktywność przeciwutleniającą mogą być: pochodzenie, warunki klimatyczne czy obróbka miodu po zbiorze. Wzbogacenie miódów propolisem istotnie zwiększyło ich aktywność przeciwutleniającą do najwyższego poziomu w przypadku próbek B i E, co dobrze koreluje ze wzrostem całkowitej zawartości polifenoli (rys. 1) oraz flawonoidów (rys. 2). Aktywność przeciwutleniająca miódów wielokwiatowych była dodatnio skorelowana z aktywnością przeciwrodnikową oraz zdolnością redukcyjną, przy czym najlepsze właściwości cechowały miody pochodzące z pasiek B i E, natomiast najniższą aktywność wykazywała próbka D. Wzbogacenie miodu propolisem istotnie zwiększyło zarówno aktywność przeciwrodnikową, jak i zdolność redukcyjną – w największym stopniu próbek A, B i E (tab. 3).

Tabela 3. Właściwości przeciwutleniające, przeciwrodnikowe i redukujące ekstraktów miódów wielokwiatowych oraz ekstraktów miódów wzbogaconych propolisem

Table 3. Antioxidant, antiradical, and reducing properties of multifloral honey and propolis-enriched honey extracts

Producent Producer	Rodzaj miodu Type of honey	Aktywność przeciwutleniająca Antioxidant activity [A <sub>695nm</sub> ]	Aktywność przeciwrodnikowa Antiradical activity [%]	Zdolność redukcyjna Reducing power [μM Fe(II)/100 g]
A	MW	0,455 <sup>b</sup> ± 0,009	17,71 <sup>a</sup> ± 0,88	6,61 <sup>a</sup> ± 0,34
	MP	1,707 ± 0,023	86,51 <sup>c</sup> ± 0,35	35,69 ± 1,56
B	MW	0,307 <sup>a</sup> ± 0,003	24,41 <sup>b</sup> ± 1,30	8,89 <sup>a</sup> ± 0,60
	MP	1,919 <sup>c</sup> ± 0,169	84,34 <sup>c</sup> ± 1,76	46,41 ± 5,49
C	MW	0,295 <sup>a</sup> ± 0,008	15,56 <sup>a</sup> ± 1,83	6,99 <sup>a</sup> ± 0,37
	MP	0,992 ± 0,035	89,90 <sup>d</sup> ± 0,34	17,70 ± 2,16
D	MW	0,179 ± 0,008	5,65 ± 0,26	1,64 ± 0,11
	MP	0,354 <sup>a</sup> ± 0,018	26,50 <sup>b</sup> ± 2,97	7,83 <sup>a</sup> ± 1,14
E	MW	0,483 <sup>b</sup> ± 0,002	26,21 <sup>b</sup> ± 1,46	8,61 <sup>a</sup> ± 0,40
	MP	1,883 <sup>c</sup> ± 0,026	88,33 <sup>d</sup> ± 2,25	53,79 ± 1,34

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

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono istotną liniową korelację pomiędzy całkowitą zawartością związków fenolowych a zawartością flawonoidów ( $r = 0,99$ ), zawartością związków fenolowych a aktywnością przeciwutleniającą ( $r = 0,96$ ), przeciwrodnikową ( $r = 0,82$ ) oraz zdolnością redukcyjną ( $r = 0,98$ ). Ponadto całkowita zawartość flawonoidów istotnie korelowała liniowo z aktywnością przeciwutleniającą ( $r = 0,95$ ), przeciwrodnikową ( $r = 0,79$ ) oraz zdolnością redukcyjną ( $r = 0,97$ ). Również zawartość poszczególnych kwasów fenolowych i flawonoidów istotnie korelowała liniowo z aktywnością przeciwutleniającą, przeciwrodnikową oraz zdolnością redukcyjną. Tym samym potwierdzono dane literaturowe świadczące o istnieniu tego typu zależności [4, 11, 18, 19, 24, 26].

### Wnioski

1. Wzbogacanie miodu propolisem jest najbardziej naturalnym sposobem wykorzystania jego potencjału w dostarczaniu do organizmu człowieka bogatej gamy związków bioaktywnych.
2. Dodatek propolisu, nawet na poziomie 1 %, powoduje istotny wzrost zawartości związków polifenolowych, w tym kwasów fenolowych i flawonoidów oraz poprawę właściwości przeciwutleniających, przeciwrodnikowych i redukcyjnych miodu.
3. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono istotną liniową korelację pomiędzy całkowitą zawartością związków fenolowych oraz flawonoidów a aktywnością przeciwutleniającą, przeciwrodnikową oraz zdolnością redukcyjną. Również zawartość poszczególnych kwasów fenolowych i flawonoidów istotnie korelowała liniowo z aktywnością przeciwutleniającą, przeciwrodnikową oraz zdolnością redukcyjną.

*Badania zrealizowano w ramach DS/3700/WTŻ UR w Krakowie*

### Literatura

- [1] Ardestani A., Yazdanparast R.: Antioxidant and free radical scavenging potential of *Achillea santolina* extracts. Food Chem., 2007, **104**, 21-29.
- [2] Baltrušaitytė V., Venskutonis P.R., Čeksterytė V.: Radical scavenging activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. Food Chem., 2007, **101**, 502-514.
- [3] Czarnecki R.: Propolis w apiterapii. Wyd. Apiterapia Forum, Kraków 2015.
- [4] Gambacorta E., Simonetti A., Garrisi N., Intaglietta I., Perna A.: Antioxidant properties and phenolic content of sulla (*Hedysarum* spp) honeys from Southern Italy. Int. J. Food Sci. Technol., 2014, **49**, 2260-2268.
- [5] Hołderna-Kędzia E., Kędzia B.: Badania nad przeciwutleniającymi właściwościami miodu pszczelego. Acta Agrobotanica, 2006, **59**, 265-269.
- [6] Isidorov V.A., Bagan R., Bakier S., Swiecicka I.: Chemical composition and antimicrobial activity of Polish herbhoney. Food Chem., 2015, **117**, 84-88.

- [7] Jasicka-Misiak I., Poliwoda A., Deren M., Kafarski P.: Phenolic compounds and abscisic acid as potential markers for the floral origin of two Polish unifloral honeys. *Food Chem.*, 2012, **131**, 1149-1156.
- [8] Kędzia B., Holderna-Kędzia E.: Produkty pszczele w żywieniu i suplementacji diety. *Postępy Fitoterapii*, 2006, **4**, 213-222.
- [9] Kędzia B., Holderna-Kędzia E.: Aktywność antybiotyczna krajowych miodów odmianowych. *Postępy Fitoterapii*, 2014, **2**, 67-70.
- [10] Kędzińska-Matysek M.: Produkty pszczele – znaczenie biologiczne i właściwości lecznicze. *Przem. Spoż.*, 2014, **68 (11)**, 34-37.
- [11] Kuś P.M., Congiu F., Teper D., Sroka Z., Jerković I., Tuberoso C.I.G.: Antioxidant activity, color characteristics, total phenol content and general HPLC fingerprints of six Polish unifloral honey types. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2014, **55**, 124-130.
- [12] Korus J., Juszcak L., Ziobro R., Witeczak M., Grzelak K., Sójka M.: Black currant and strawberry seed residues as functional ingredients in gluten free bread. *J. Texture Stud.*, 2012, **43 (1)**, 29-39.
- [13] Maurya S., Kushwaha A.K., Singh S., Singh G.: An overview on antioxidative potential of honey from different flora and geographical origins. *Indian J. Nat. Prod. Resour.*, 2014, **5**, 9-19.
- [14] Osés S.M., Pascual-Maté A., Fernández-Muñoz M.A., López-Díaz T.M., Sancho M.T.: Bioactive properties of honey with propolis. *Food Chem.*, 2016, **196**, 1215-1223.
- [15] Perna A., Intaglietta I., Simonetti A., Gambacorta E.: A comparative study on phenolic profile, vitamin C content and antioxidant activity of Italian honeys of different botanical origin. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2013, **48**, 1899-1908.
- [16] Prieto P., Pineda M., Aguilar M.: Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. *Anal. Biochem.*, 1999, **269**, 337-341.
- [17] Ramanauskienė K., Stelmakienė A., Briedis V., Ivanauskas L., Jakštas V.: The quantitative analysis of biologically active compounds in Lithuanian honey. *Food Chem.*, 2012, **132**, 1544-1548.
- [18] Socha R., Juszcak L., Pietrzyk S., Fortuna T.: Antioxidant activity and phenolic composition of herbhoneys. *Food Chem.*, 2009, **113**, 568-574.
- [19] Socha R., Juszcak L., Pietrzyk S., Gałkowska D., Fortuna T., Witeczak T.: Phenolic profile and antioxidant properties of Polish honeys. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2011, **46**, 528-534.
- [20] Socha R., Gałkowska D., Bugaj M., Juszcak L.: Phenolic composition and antioxidant activity of propolis from various regions of Poland. *Nat. Prod. Res.*, 2015, **29**, 416-422.
- [21] Szeleszczuk Ł., Zielińska-Pisklak M., Goś P.: Propolis – panaceum prosto z ula. *Farmakoterapia*, 2013, **23 (6-7)**, 32-39.
- [22] Świetlikowska K., Hallmann E., Sławińska J., Rembiałkowska E.: Ocena zawartości związków polifenolowych ogółem, w tym kwasów fenolowych i flawonoidów w różnych odmianach miodów ekologicznych i konwencjonalnych. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2013, **2**, 65-69.
- [23] Ślawska E., Gołębiowski T.: Miody naturalne wzbogacane propolisem. Cz. 1. Zagadnienie optymalizacji dodatku ekstraktu propolisu do miodów. *Zesz. Nauk. AE w Krakowie*, 1986, **224**, 45-52.
- [24] Šarić G., Marković K., Major N., Krpan M., Uršulin-Trstenjak N., Hruškar M., Vahčić N.: Changes of antioxidant activity and phenolic content in acacia and multifloral honey during storage. *Food Technol. Biotechnol.*, 2012, **50**, 434-441.
- [25] Wilczyńska A., Przybyłowski P.: Colour, phenolic content and antioxidant activity of Polish honeys. *Zesz. Nauk. UE w Poznaniu*, 2010, **158**, 7-14.
- [26] Wilczyńska A.: Phenolic content and antioxidant activity of different types of Polish honey – A short report. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2010, **60 (4)**, 309-313.
- [27] Wilczyńska A.: Oznaczanie zawartości flawonoidów i fenolokwasów w odmianowych miodach pszczelich. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2012, **XLV (3)**, 892-896.
- [28] Viuda-Martos M., Ruiz-Navajas Y., Fernández-López J., Pérez-Álvarez J.A.: Functional properties of honey, propolis and royal jelly. *J. Food Sci.*, 2008, **73**, 117-124.

**EFFECT OF PROPOLIS AS ADDITIVE ON CONTENT OF SELECTED PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF HONEY****S u m m a r y**

The objective of the research study was to assess the effect of enriching multifloral honey with propolis on the content of phenolic compounds therein and on its antioxidant activity. The research material were natural multifloral honey ( $n = 5$ ) and honey enriched with propolis ( $n = 5$ ) derived from five selected apiaries in Southern Poland. The following parameters were determined in the samples: total contents of polyphenols and flavonoids, total antioxidant activity and antiradical activity towards DPPH<sup>\*</sup> as well as reducing power using a FRAP method. The contents of some phenolic acids and flavonoids were determined by a HPLC method. Natural multifloral honey contained from 23.52 to 63.00 mg GAE/100 g of total phenolic compounds and from 5.26 to 14.39 mg QE/100 g of flavonoids. The enrichment of honey with propolis significantly increased the content of polyphenols and flavonoids depending on the origin of the sample. The maximum content of phenolic compounds in the propolis-enriched honey was 198.47 mg GAE/100 g, and of flavonoids: 135.51 mg QE /100 g. Additionally, a significant increase was reported in the content of individual phenolic acids and flavonoids in the propolis-enriched honey samples. Of the identified phenolic acids, the p-coumaric acid was predominant (its maximum content was 30.28 mg/100 g) and of the flavonoids: galangin (its maximum content was 25.41 mg/100 g). In all the cases, the enrichment of honey with propolis significantly impacted the increase in the antioxidant and antiradical activities of honey, and in its reducing power. The antiradical activity of multifloral honey ( $5.65 \div 26.21$  %) increased, after the propolis enrichment, to  $26.50 \div 88.33$  %. At the same time, the reducing power of the propolis-enriched honey ( $7.83 \div 53.79$  mM Fe (II)/100 g) was definitely higher than that of the honey without this additive ( $1.64 \div 6.61$  mM Fe (II)/100 g). Moreover, significant linear correlations were found between the total contents of phenolic compounds and flavonoids and the antioxidant and antiradical activity as well as the reducing power.

**Key words:** honey, propolis, phenolic profile, antioxidant properties ☒

SEBASTIAN BIAŁOSKURSKI

## POSTRZEGANIE WYBRANYCH KRYTERIÓW INNOWACYJNOŚCI PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH PRZEZ KONSUMENTÓW

### Streszczenie

W pracy przeanalizowano zagadnienie postrzegania przez nabywców pojęcia nowego produktu spożywczego. Dokonano także oceny postrzegania przez respondentów wybranych nowych produktów żywnościowych o różnych charakterystykach. Przedstawiono również wyniki badań pierwotnych obejmujących dwa województwa (lubelskie i mazowieckie). Uwzględnienie respondentów z dwóch województw pozwoliło dokonać analizy porównawczej ich opinii o nowych produktach spożywczych.

Na podstawie wyników badań pierwotnych można stwierdzić, że pojęcie nowego produktu spożywczego badani konsumenci utożsamiają przede wszystkim z produktem zaspokajającym nowe potrzeby (23 %). Znaczna grupa respondentów utożsamiała nowy produkt spożywczy z produktem w różny sposób zmodyfikowanym (21 %). Spośród różnych charakterystyk nowych produktów spożywczych ankietowani wybierali najczęściej te o zwiększonej wartości dla nabywcy (np. charakterystyki produktów należących do kategorii żywności specjalnej) jako najlepiej przez nich postrzegane. Zatem produkty, których nowość wynikała z modyfikacji ich składu były przez respondentów relatywnie wyżej oceniane niż produkty spożywcze powstałe w wyniku np. modyfikacji opakowania. Wyniki analizy czynnikowej wskazują jednak, że modyfikacje polegające na zmianie typu lub formy opakowania były najlepiej postrzegane przez ankietowanych, mimo ich relatywnie niskich ocen punktowych. Zatem nowe produkty spożywcze zmodyfikowane w sposób widoczny dla nabywcy finalnego w większym stopniu były pozytywnie przez nich postrzegane niż nowe produkty powstałe w wyniku zmian wewnętrznych (wzbogacony skład lub zwiększona wartość dla nabywcy).

**Słowa kluczowe:** postrzeganie, nowy produkt, nabywcy finalni, żywność

### Wprowadzenie

Tworzenie i oferowanie na rynku nowych produktów jest jednym ze sposobów osiągnięcia przewagi konkurencyjnej, ponieważ działania takie pozwalają wyróżnić się oferentowi na rynku. Zdaniem wielu autorów [8, 12] skutecznym sposobem osiągnięcia

przewagi na rynku jest umiejętność relatywnie trwałego wyróżnienia własnej oferty. Zauważa to Predić [11], według której wyraźne miejsce produktu w świadomości klienta decyduje o sukcesie rynkowym tego produktu. Przedsiębiorstwa, które potrafią wyróżnić się na rynku, mogą na bazie specyficznej cechy budować pozytywny wizerunek oferowanych produktów w świadomości odbiorców, a dany produkt stanowi konkretną alternatywę dla potencjalnych klientów [10]. Jest to tym bardziej istotne, że obecnie wiele przedsiębiorstw oferuje produkty, które są postrzegane przez nabywców jako identyczne lub bardzo podobne pod względem cech, właściwości czy rodzaju i zakresu zaspokajanych potrzeb. Jest to szczególnie widoczne na rynku produktów spożywczych [7].

Można zatem stwierdzić, że oferenci powinni przywiązywać szczególną wagę do różnych sposobów generowania pomysłów [4], które przyczyniłyby się do tworzenia innowacyjnych produktów, zaspokajających np. dotychczasowe potrzeby w inny sposób niż obecne produkty lub zaspokajających nowe potrzeby. W ten sposób można kreować produkty trudne do naśladowania przez innych oferentów. Mogą być one ponadto postrzegane przez nabywców jako wyroby bez substytutów, a tym samym charakteryzujące się relatywnie większą wartością.

Według Stewarta-Knoxa i Mitchella [14] niski odsetek nowych produktów spożywczych i jednocześnie wysoki odsetek porażek rynkowych tych produktów wskazuje na błędy popełniane w procesie ich kreowania. Według wymienionych autorów nowymi produktami spożywczymi są te, które są nowe dla odbiorców. Stanowią one 7 ÷ 25 % wszystkich produktów spożywczych wprowadzanych na rynek. Oryginalne produkty mają jednak większe szanse na odniesienie sukcesu rynkowego, gdyż bazowanie na oryginalnych pomysłach jest bardziej skuteczne niż naśladownictwo.

Konieczność kreowania innowacyjnych produktów spowodowana jest również tym, że rynek żywności jest nasycony, co utrudnia wyróżnienie się na nim. Niewielka liczba całkowicie nowych produktów spożywczych może jednak wynikać z obaw przedsiębiorstw przed porażką rynkową, czyli z postaw asekuracyjnych. W tej sytuacji przedsiębiorstwa wybierają z reguły strategię rozwijania starych produktów, która pozornie wydaje się bezpieczniejsza. Jej wybór utrwala jednak problem dużej liczby porażek produktów spożywczych wprowadzanych na rynek. Nie jest wskazane unikanie kreowania zupełnie nowych produktów spożywczych, zwłaszcza, gdy ich projektowanie wynika z bardzo dobrej znajomości wymagań i potrzeb odbiorców.

W literaturze marketingowej termin „nowy produkt” odnosi się do produktów zupełnie nowych, jak i w różnym zakresie zmodyfikowanych. Zdaniem Altkorna [1] produktami nowymi (innowacyjnymi) mogą być produkty zaspokajające nowe potrzeby lub produkty zaspokajające potrzeby wcześniej zaspokajane. W pierwszym przypadku nową potrzebę można traktować jako znaną wcześniej, lecz niezaspokajaną lub rozbudzoną dopiero przez działalność marketingową. Produkty tego typu przyczyniają

się do powstania nowych rynków. Drugą grupę produktów innowacyjnych tworzą produkty o rozszerzonych funkcjach, wynikających z zastosowania nowych technik i technologii produkcji. Produkty te pozwalają na lepsze (pełniejsze) lub inne zaspokajanie znanych potrzeb. Wspomniany autor wyróżnia ponadto produkty usprawnione i zmodernizowane, które tworzone są w celu poprawienia produktów istniejących.

Produkt nowy można zdefiniować jako produkt o wysokim stopniu sprawności, trwałości i estetyki, porównywalny z globalnymi standardami oraz parametrami techniczno-ekonomicznymi, wprowadzany na dotychczasowe rynki lub tworzący nowe rynki. Sposób i stopień akceptacji nowych produktów na rynku związany jest z procesem decyzyjnym nabywców. Jego uwzględnienie widoczne jest w definicji nowego produktu podanej przez Dietla [3], według którego za nowy można uznać tylko ten produkt, który jako nowy (odmienny od istniejących) został uznany przez finalnych nabywców tworzących docelowy rynek, do jakiego kierowana jest oferta przedsiębiorstwa.

Niejednokrotnie pojęcie nowego produktu utożsamiane jest z szeroko pojętymi innowacjami. Należy zatem zwrócić uwagę na istotę innowacji. Z analizy literatury przedmiotu wynika, że definicji innowacji jest bardzo dużo, przy czym często bardzo różnią się one co do zakresu i istoty treści definicyjnych. Można jednak zauważyć, że większość definicji innowacji eksponuje dwie cechy: zmianę oraz nowość. Według autorów definicji zaproponowanej w publikacji pt. „Task Force Meeting on Oslo Manual Revision” [cyt. za 2] innowacja jest wdrożeniem nowego lub istotnie udoskonalonego produktu (wyrobu lub usługi), procesu, metody marketingowej, istotnej zmiany organizacyjnej prowadzącej do poprawy zdolności produkcyjnej i innowacyjnej przedsiębiorstwa. Zdaniem Baruka [2] słabą stroną tej definicji jest utożsamianie innowacji z każdą zmianą. Ważne jest zatem określenie kryteriów, które powinna spełniać określona zmiana, aby można było uznać ją za innowację.

Baruk [2] uważa, że innowacja to celowo zaprojektowana przez człowieka zmiana dotycząca: produktu (wprowadzenie do produkcji i na rynek wyrobów nowych lub istotnie ulepszonych), metod wytwarzania (zastosowanie w produkcji metod nowych lub istotnie ulepszonych), organizacji pracy oraz produkcji (nowe rozwiązania organizacyjne w znaczeniu strukturalnym i procesowym lub istotne udoskonalenie już istniejących), metod zarządzania, metod marketingu, zastosowana po raz pierwszy w danej społeczności (np. w przedsiębiorstwie) w celu osiągnięcia określonych korzyści społeczno-gospodarczych, spełniająca określone kryteria techniczne, ekonomiczne i społeczne.

Takie rozumienie innowacji pozwala na wyodrębnienie [2]:

- innowacji produktowej – utożsamianej z towarem lub usługą, które są nowe lub istotnie udoskonalone w odniesieniu do ich możliwości lub zamierzonego wyko-



- rzystania (istotne zmiany w komponentach, materiałach, sposobie użytkowania, warunkach technicznych lub innych parametrach funkcjonalnych),
- innowacji procesowej – utożsamianej z wprowadzeniem nowej lub istotnie udoskonalonej metody produkcji, dostaw, dystrybucji, zaplanowanej w celu osiągnięcia istotnej poprawy jakości, efektywności produkcji, jej elastyczności, podaży towarów lub usług, ochrony środowiska pracy i jej bezpieczeństwa,
  - innowacji marketingowej – utożsamianej z wprowadzeniem nowych lub istotnie udoskonalonych metod sprzedaży lub marketingu, zaplanowanych w celu podwyższenia atrakcyjności produktów w określonych segmentach rynku lub wejścia na nowe rynki, obejmującej także istotne zmiany w wyglądzie produktu i jego opakowaniu,
  - innowacji organizacyjnej – utożsamianej ze zmianami w praktykach biznesowych, w organizacji miejsca pracy i kontaktach z innymi firmami.

Z uwagi na specyfikę poszczególnych typów innowacji można stwierdzić, że pod względem marketingowym kluczowe znaczenie mają przede wszystkim innowacje produktowe, a także marketingowe, gdyż odnoszą się do nowych produktów lub działań handlowych.

Należy także zwrócić uwagę na definicje i klasyfikację nowych produktów zaproponowane przez Koltera i Trias de Besa [7], według których w wyniku tradycyjnej działalności marketingowej powstają nowe produkty (innowacje produktowe) o następujących przykładowych charakterystykach:

- produkty o zmienionym składzie,
- produkty o zmienionej wielkości opakowania,
- produkty o zmienionym typie opakowania,
- produkty o zmienionej formie opakowania,
- produkty o wzbogaconym składzie,
- produkty o zwiększonej wartości dla nabywcy.

Przeprowadzone badania miały na celu określenie definiowania przez nabywców pojęcia nowego produktu spożywczego oraz ocenę postrzegania przez badanych wybranych typów nowych produktów spożywczych o odmiennych charakterystykach.

Do statystycznej oceny wyników zastosowano analizę czynnikową oraz analizę skupień. Wykorzystanie analizy czynnikowej było zasadne dzięki ujęciu w badaniach większej liczby zmiennych. Analiza ta pozwoliła na sprowadzenie badanych zmiennych do mniejszej liczby wzajemnie nieskorelowanych czynników. Z kolei zastosowanie metody analizy skupień w postaci graficznej (drzewa hierarchiczne) umożliwiło przedstawienie powiązań określonych cech oraz stopień podobieństwa pomiędzy tymi cechami. Analiza skupień pozwoliła pogrupować (sklasyfikować) określone cechy i dzięki temu umożliwiła wskazanie struktury powiązań występujących między nimi.

## Material i metody badań

Badania zrealizowano przy zastosowaniu metody ankietowej. Kwestionariusz zawierał pytania zamknięte i półotwarte. W kilku punktach respondenci mieli możliwość wyboru kilku odpowiedzi. Badania właściwe poprzedzono pilotażowymi, które przeprowadzono w celu określenia stopnia przydatności przygotowanego przez autora narzędzia badawczego (kwestionariusza). Badaniami pilotażowymi objęto 50 respondentów.

Zakres podmiotowy przeprowadzonych badań obejmował respondentów reprezentujących pełnoletnich nabywców finalnych i konsumentów produktów spożywczych z województwa lubelskiego i mazowieckiego. Dobór osób do próby doświadczalnej miał charakter nielosowy (kwotowy), natomiast operatem populacji były dane Banku Danych Lokalnych (GUS). Wybór nabywców finalnych wynikał w głównej mierze z ich rosnącego znaczenia w działalności rynkowej oferentów produktów spożywczych jako ostatecznych weryfikatorów oferty marketingowej. Uwzględnienie reprezentantów dwóch województw pozwoliło na dokonanie analizy porównawczej opinii i oczekiwań respondentów jako adresatów i uczestników działań marketingowych. Łącznie uzyskano 910 kompletnie wypełnionych kwestionariuszy, które wykorzystano do przeprowadzenia analizy porównawczej oraz analizy statystycznej (w szczególności zastosowanie metody analizy czynnikowej oraz analizy skupień).

Wśród ogółu badanych większość stanowiły kobiety (62,4 %). Największy odsetek respondentów (38,3 %) wskazał wieś jako miejsce stałego zamieszkania. Najmniejszą stanowiły osoby zamieszkujące miasta o liczebności od 100 do 200 tysięcy mieszkańców (1,5 %).

Największy odsetek ankietowanych (41,8 %) to respondenci z wykształceniem wyższym, a co trzeci badany (34,4 %) – z wykształceniem średnim. Na zbliżonym poziomie kształtował się odsetek osób z wykształceniem zawodowym i licencyjnym (odpowiednio 12,1 % oraz 9,8 %). Najmniejsza grupa ankietowanych miała wykształcenie gimnazjalne (0,3 %), a tylko szkołę podstawową ukończyło 1,6 % osób.

Największy odsetek respondentów (27,8 %) stanowiły osoby liczące 26 ÷ 35 lat, natomiast najmniejsza część badanych (2,2 %) miała ponad 65 lat.

Największa grupa respondentów (27,3 %) należała do 4-osobowych gospodarstw domowych. Odsetek ankietowanych reprezentujących największe gospodarstwa domowe (5-osobowe lub liczniejsze) był tylko nieznacznie mniejszy (25,6 %). Najmniejszą część ankietowanych (7,1 %) tworzyła gospodarstwa 1-osobowe.

Największy odsetek badanych (22,4 %) miał miesięczny dochód netto przypadający na osobę w gospodarstwie domowym na poziomie 651 ÷ 900 zł. Co piąty respondent określił jego wysokość jako 901 ÷ 1300 zł. Najmniejszy miesięczny dochód netto na osobę w gospodarstwie domowym (do 400 zł) wskazało 8,9 % ankietowanych, natomiast najwyższy dochód (powyżej 2000 zł na osobę) – 14,0 % badanych.

## Wyniki i dyskusja

Z przeprowadzonych badań wynika, że według 23 % respondentów (tab. 1) nowym produktem spożywczym jest wyrób umożliwiający zaspokojenie nowej potrzeby. Tylko o 2 p.p. mniejszy odsetek ogółu ankietowanych (21 %) uważał, że nowym produktem spożywczym jest wyrób o zmodyfikowanym składzie (np. uwzględniający aktualne preferencje konsumentów). Warto dodać, że były to jedyne interpretacje pojęcia *nowy produkt*, na które przypadło ponad 20 % odpowiedzi, zarówno ogółu badanych, jak i respondentów z województwa lubelskiego.

Tabela 1. Struktura sposobów interpretacji pojęcia *nowy produkt spożywczy*  
Table 1. Structure of interpretations of *novel food product* term

Sposób interpretacji Interpretation	Wskazania / Of the respondents [%]			Ranga / Grade		
	Ogółem Total	województwo lubelskie The Province of Lublin	województwo mazowieckie The Province of Mazovia	Ogółem Total	województwo lubelskie The Province of Lublin	województwo mazowieckie The Province of Mazovia
Produkt zaspokajający nowe potrzeby Product that meets new needs	23,0	23,2	21,0	1	1	2
Produkt o zmodyfikowanym składzie / Product with modified composition	21,0	21,1	21,6	2	2	1
Produkt wzbogacony o dodatkowe składniki / Product enriched with additional ingredients	16,5	17,0	20,1	3	3	3
Produkt zaspokajający znane potrzeby, lecz w inny sposób Product that meets old needs but in a new way	15,0	14,0	17,1	4	4	4
Produkt spełniający dodatkowe funkcje Product that fulfils additional functions	11,0	11,0	10,6	5	5	5
Produkt o zmienionym opakowaniu Product with changed packaging	5,0	5,1	4,1	6	6	6

Sposób interpretacji Interpretation	Wskazania / Of the respondents [%]			Ranga / Grade		
	Ogółem Total	województwo lubelskie The Province of Lublin	województwo mazowieckie The Province of Mazovia	Ogółem Total	województwo lubelskie The Province of Lublin	województwo mazowieckie The Province of Mazovia
Produkt o nowym wzornictwie Product showing new design	4,0	4,1	2,3	7	7	7
Produkt, który przynosi większą wartość materialną nabywcy / Product providing the buyer with higher material value	3,5	3,7	2,3	8	8	7
Inne / Other	1,0	0,8	0,9	9	9	8

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań / Source: the author's own study based on the results of the survey conducted.

Relatywnie niewielki odsetek ankietowanych uznał za wyróżnik nowego produktu spożywczego zmienione opakowanie (5 %), nowe wzornictwo (4 %) lub dostarczenie nabywcy większej wartości materialnej (3,5 %). Najmniejszy odsetek ankietowanych (1 % wskazań określonych jako „inne”) utożsamiał nowy produkt spożywczy z produktem wcześniej nieznanym bądź niedostępnym na rynku. Ponadto niektórzy ankietowani odpowiadali, że o nowości produktu spożywczego decyduje jednocześnie dokonanie zmian w samym produkcie, jak i w jego opakowaniu.

Warto nadmienić, że obecnie innowacje polegające na zmianie opakowania i zmianie oferowanych wielkości produktu są dominujące w przypadku niektórych kategorii produktów spożywczych [15].

Rozumienie pojęcia *nowy produkt* przez prawie ¼ badanych, czyli przez największą liczbę osób, odnosi się raczej do zupełnie nowych produktów spożywczych (np. nowych kategorii produktów). Przewaga odsetka osób interpretujących nowy produkt jako wyrób zaspokajający nowe potrzeby może świadczyć m.in. o rosnących oczekiwaniach coraz bardziej wymagających odbiorców wobec żywności [9]. Mimo akcentowania przez ankietowanych różnych charakterystyk decydujących o względnej lub bezwzględnej nowości produktu, wymieniane przez większość osób sposoby interpretacji pojęcia *nowy produkt* mieszczą się w definicji szeroko rozumianych innowacji produktowych [2, 5, 6].

Zdaniem autora analiza wizerunku nowych produktów spożywczych pozwala zidentyfikować postrzeganie przez nabywców finalnych nowych produktów spożywczych powstałych w wyniku różnych modyfikacji (zmiany wzornictwa, opakowania,

składu produktu, wartości produktu). Takie podejście umożliwia wskazanie sposobu kreowania nowych produktów, a tym samym uzyskanie korzystniejszego wizerunku produktu, co przekłada się na decyzje zakupowe nabywców finalnych.

Jak wynika z przeprowadzonych badań, większość respondentów (62,6 %) pozytywnie postrzegała produkty spożywcze w różny sposób zmodyfikowane, przy czym jednak tylko 8,0 % osób bardzo dobrze postrzegało takie wyroby. Warto zauważyć, że podobny odsetek respondentów w obydwu województwach pozytywnie postrzegał zmodyfikowane produkty spożywcze. Nieznacznie większy odsetek kobiet niż mężczyzn pozytywnie postrzegał tego typu produkty, chociaż różnica między nimi była niewielka (2,5 %). Zmodyfikowane produkty spożywcze były lepiej postrzegane przez młodsze osoby. Zauważono wręcz zależność, że wraz z wiekiem respondentów zmniejszał się odsetek osób pozytywnie postrzegających produkty spożywcze, których nowość wynikała z dokonania różnego typu modyfikacji w dotychczas oferowanych wyrobach.

Należy także zwrócić uwagę na wyniki przeprowadzonej analizy wartości średnich ocen różnych grup zmodyfikowanych produktów spożywczych (tab. 2). Zostały one obliczone na podstawie ocen, jakie respondenci przypisali postrzeganiu takich produktów spożywczych, posługując się skalą od 0 do 3, gdzie ocena najniższa 0 – oznaczała postrzeganie zdecydowanie negatywne, 1 – raczej negatywne, 2 – raczej pozytywne, natomiast 3 – postrzeganie zdecydowanie pozytywne. Najwyższe oceny respondenci przypisywali produktom spożywczym o zwiększonej wartości dla nabywcy (ocena średnia wyniosła 2,4). Produkty o wzbogaconym składzie oraz produkty o zmienionym składzie uzyskały nieco niższe, ale zbliżone względem siebie oceny średnie (odpowiednio: 2,2 i 2,1). Znacznie niższe oceny badani nabywcy finalni przypisali produktom o zmodyfikowanym opakowaniu, czego konsekwencją były ich niższe oceny średnie, przy czym modyfikacja wielkości opakowania była oceniana nieznacznie wyżej (1,75) niż zmiana typu opakowania (1,7). Najniższą ocenę średnią (1,6) przyporządkowano produktom o zmienionej formie opakowania, np. poprzez zmianę jego koloru bądź kształtu. Można zatem stwierdzić, że lepiej postrzegano produkty, których nowość wynikała z modyfikacji składu, a nie z modyfikacji ich atrybutów marketingowych, np. opakowania.

Wynik ten poddano dalszej weryfikacji statystycznej. W celu określenia ukrytych zależności między różnymi zmodyfikowanymi produktami spożywczymi a ich postrzeganiem, niezależnych od ocen punktowych przyznanych przez respondentów, zastosowano analizę czynnikową. Na jej podstawie wyodrębniono dwa główne czynniki, które miały wpływ na postrzeganie przez ankietowanych produktów spożywczych w różny sposób zmodyfikowanych. Wyodrębnienia dokonano przy użyciu kryterium Kaisera, zgodnie z którym analizie poddaje się czynniki o wartościach własnych większych od 1.

Tabela 2. Wartości średnich ocen odzwierciedlających postrzeganie nowych (polegających na modyfikacjach) produktów spożywczych

Table 2. Mean rating values that reflect the perception of novel (modified) food products

Typ produktów / Product type	Wartość średniej oceny (0 - 3) Mean rating value (0 - 3)
Produkty o zwiększonej wartości dla nabywcy (np. produkty ekologiczne) Products with higher value for buyer (such as organic products)	2,40
Produkty o wzbogaconym składzie (np. ciasteczka z błonnikiem i kokosem lub cynamonem) / Products with enriched composition (such as cookies with fibre and coconut or with cinnamon)	2,20
Produkty o zmienionym składzie (np. soki z mniejszą lub większą zawartością cukru) Products with modified composition (such as juices with lower or higher sugar content)	2,10
Produkty o zmienionej wielkości opakowania (np. snacki w opakowaniu 0,1 kg lub 0,3 kg) / Products the packaging size of which was changed (such as snacks in 0.1 kg or 0.3 kg packaging)	1,75
Produkty o zmienionym typie opakowania (np. czekoladki w opakowaniu papierowym lub metalowym) / Products the packaging type of which was changed (such as chocolates in paper or in metal packaging)	1,70
Produkty o zmienionej formie opakowania (np. produkty o zmienionej kolorystyce lub kształcie opakowań) / Products the packaging of which was changed (such as products the packaging of which changed its colour or shape)	1,60

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań / Source: the author's own study based on the results of the survey conducted.

Z tab. 3. wynika, że istnieją dwie główne składowe, mające największy wpływ na postrzeganie zmodyfikowanych produktów spożywczych, które można powiązać z odpowiednimi zmiennymi. Pierwsza wartość własna (2,231) wyjaśnia 37,19 % zmienności, natomiast druga wartość własna (1,055) wyjaśnia już tylko 17,59 % zmienności. Wyniki uzyskane dla poszczególnych cech odsetka całkowitej wariancji świadczą o wadze wyodrębnionych składowych dla badanych nabywców finalnych.

W przypadku pierwszego czynnika uzyskano dodatnie ładunki czynnikowe o wartości równej 0,7 lub większej dla cech określonych w pytaniu jako „produkt o zmienionej formie opakowania” (0,770) i „produkt o zmienionym typie opakowania” (0,842) (tab. 4).

Tabela 3. Wartości własne wyodrębnione na podstawie kryterium Kaisera

Table 3. Eigenvalues identified using the Kaiser criterion

Czynniki / Factors	Wartości własne Eigenvalues	Całkowita wariancja Total variance [%]
Zmiany widoczne (zewnętrzne) / Visible (external) changes	2,231	37,19
Zmiany niewidoczne (wewnętrzne) / Invi- sible (internal) changes	1,055	17,59

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań / Source: the author's own study based on the results of the survey conducted.

Tabela 4. Analiza czynnikowa dotycząca postrzegania zmodyfikowanych produktów spożywczych przez ankietowanych

Table 4. Factor analysis regarding the perception of modified food products by respondents

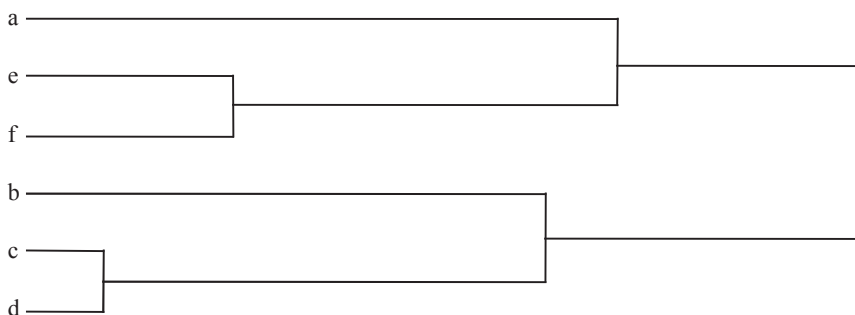
Typ zmodyfikowanych produktów spożywczych Type of modified food product	Czynniki / Factors	
	zmiany widoczne (zewnętrzne) visible (external) changes	zmiany niewidoczne (wewnętrzne) invisible (internal) chan- ges
Produkt o zmienionym składzie Product with changed composition	0,183	0,521
Produkt o zmienionej wielkości Product with changed size	0,564	0,186
Produkt o zmienionym typie opakowania Product with changed packaging type	<b>0,842</b>	0,120
Produkt o zmienionej formie opakowania Product with changed packaging shape	<b>0,770</b>	0,116
Produkt o wzbogaconym składzie Product with enriched composition	0,265	<b>0,744</b>
Produkt o zwiększonej wartości dla nabywcy Products with higher value for buyer	-0,007	<b>0,821</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań / Source: the author's own study based on the results of the survey conducted.

Można zatem stwierdzić, że modyfikacje produktów spożywczych polegające na zmianie typu opakowania bądź jego formy w największym stopniu decydowały o ich pozytywnym postrzeganiu przez badanych. Autor określił tego typu produkty jako produkty zmodyfikowane w sposób widoczny dla nabywcy finalnego. Z kolei w przypadku drugiego czynnika uzyskano dodatnie ładunki czynnikowe wynoszące co najmniej 0,7 dla cech określonych w pytaniu jako „produkty o wzbogaconym składzie” (0,744) oraz „produkty o zwiększonej wartości dla nabywcy” (0,821). Produkty odpo-

wiadające wymienionym charakterystykam autor określił jako produkty zmodyfikowane w sposób niewidoczny (zmiany wewnętrzne).

Słomińska [13] przeprowadziła badania procesów i zjawisk związanych z kreowaniem i rozwojem produktów markowych wśród 123 przedsiębiorstw produkcyjnych funkcjonujących na krajowym rynku artykułów żywnościowych i oferujących wyroby markowe. Za najważniejsze kierunki rozwoju respondenci uznali głównie modernizowanie produktów (np. poprzez zmianę formy opakowania) – 77,9 %.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

a - produkty o zmienionym składzie (np. soki z mniejszą lub większą zawartością cukru) / products with changed composition (such as juices with lower or higher sugar content); b - produkty o zmienionej wielkości opakowania (np. przekąski w opakowaniu 0,1 kg lub 0,3 kg) / products the packaging size of which was changed (such as snacks in 0.1 kg or 0.3 kg packaging); c - produkty o zmienionym typie opakowania (np. czekoladki w opakowaniu papierowym lub metalowym) / products the packaging type of which was changed (such as chocolates in paper or in metal packaging); d - produkty o zmienionej formie opakowania (np. produkty, w których opakowaniach zmieniono kolorystykę lub kształt) / products the packaging form of which was changed (such as products the packaging colour or shape was changed); e - produkty o wzbogaconym składzie (np. ciasteczka z błonnikiem i kokosem lub cynamonem) / products with enriched composition (such as cookies with fibre and coconut or with cinnamon); f - produkty o zwiększonej wartości dla nabywcy (np. produkty ekologiczne) / products with higher value for buyer (such as organic products).

Rys. 1. Drzewo hierarchiczne odzwierciedlające postrzeganie zmodyfikowanych produktów spożywczych

Fig. 1. Tree structure reflecting the perception of modified food products

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników przeprowadzonych badań ankietowych

Source: the author's own study based on the results of the survey conducted.

Częściowe rozbieżności wyników przeprowadzonych analiz (analizy wartości średnich ocen i analizy czynnikowej) są związane z tym, że analiza czynnikowa pozwala wykryć ukryte zależności, które są niezależne od subiektywnych ocen przypisywanych przez ankietowanych analizowanym elementom. W tym przypadku niskie wartości średnich ocen produktów o zmienionym typie lub zmodyfikowanej formie opakowania przy jednoczesnym wyjaśnianiu przez zmiany widoczne (zewnętrzne)



prawie 40,0 % zmienności wskazują, że modyfikacje polegające na zmianie typu lub formy opakowania były najlepiej postrzegane przez ankietowanych, mimo ich relatywnie niskich ocen.

Wyniki wartości analizy średnich ocen zmodyfikowanych produktów spożywczych pokrywają się natomiast z wynikami analizy skupień, jeśli chodzi o pary produktów postrzegane w podobny sposób. W przeprowadzonej analizie skupień sposób łączenia różnych produktów spożywczych przez respondentów znajduje potwierdzenie w zbliżonych wartościach średnich ocen uzyskanych przez poszczególne rodzaje modyfikacji produktów. Z przedstawionego na rys. 1. drzewa hierarchicznego wynika bowiem, że respondenci podobnie postrzegali produkty o zmienionym typie opakowania (c) oraz produkty o zmienionej formie opakowania (d). Oba wymienione typy modyfikacji produktów łączyli z modyfikacjami dotyczącymi wielkości opakowania produktu (b). Ponadto badani łączyli ze sobą produkty o wzbogaconym składzie (e) i produkty zapewniające większą wartość dla nabywcy (f). Obie grupy produktów łączyli z kolei z produktami o zmienionym składzie (a).

Pozytywne postrzeganie nowych produktów spożywczych będących efektem modyfikacji dotychczas oferowanych wyrobów potwierdzają wskazania respondentów odzwierciedlające ich zachowania zakupowe dotyczące tego typu produktów. Tylko 2,7 % badanych nabywców finalnych deklaroowało, że nigdy nie kupowało zmodyfikowanych produktów spożywczych. Z drugiej jednak strony tylko 0,3 % osób twierdziło, że zawsze nabywa nowe produkty spożywcze (zmodyfikowane). Największy odsetek badanych (56,2 %) czasami kupował tego typu nowości produktowe.

## **Wnioski**

1. Pojęcie nowego produktu spożywczego utożsamiane było przede wszystkim z produktem zaspokajającym nowe potrzeby. Respondenci utożsamiali nowy produkt spożywczy także z produktem w różny sposób zmodyfikowanym. Zatem opinie respondentów o nowych produktach dotyczyły szeroko rozumianych innowacji produktowych.
2. Produkty, których nowość wynikała z modyfikacji ich składu były oceniane przez respondentów relatywnie wyżej niż nowe produkty spożywcze powstałe w wyniku np. modyfikacji opakowania. W konsekwencji respondenci lepiej postrzegali produkty o zwiększonej wartości dla nabywcy (np. produkty należące do kategorii żywności specjalnej).
3. Wyniki analizy czynnikowej wskazują, że modyfikacje polegające na zmianie typu lub formy opakowania były najlepiej postrzegane przez ankietowanych, mimo ich relatywnie niskich ocen punktowych. Zatem nowe produkty spożywcze zmodyfikowane w sposób widoczny dla nabywcy finalnego były przez nich postrzegane

pozytywnie w większym stopniu niż nowe produkty powstałe w wyniku zmian wewnętrznych (wzbogacenia składu lub zwiększenia wartości dla nabywcy).

### Literatura

- [1] Altkorn J.: Wprowadzanie na rynek nowych produktów. W: Podstawy marketingu. Red. J. Altkorn. Wyd. Instytut Marketingu, Kraków 2000, s. 167.
- [2] Baruk J.: Istota innowacji. Podatność społeczeństw na innowacje. *Marketing i Rynek*, 2009, **3**, 13-14.
- [3] Górska-Warsewicz H.: Kształtowanie marek produktów innowacyjnych z uwzględnieniem czynników kulturowych. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2010, **XII (4)**, 101-104.
- [4] Hamel G.: Innovation's new math. *Fortune*, 2001, **1 (144)**, 130.
- [5] Hartman J.: Heurystyka marketingu. *Marketing w Praktyce*, 2009, **9**, 95.
- [6] Jurczyk-Bunkowska M.: Istota innowacyjności i jej cele. W: *Zarządzanie innowacjami*. Red. R. Knosala. PWE, Warszawa 2014, s. 22.
- [7] Kotler Ph., Trias de Bes F.: *Marketing lateralny*. PWE, Warszawa 2004, s. 31.
- [8] Kotler Ph.: How to create, win and dominate markets. [online]. Dostęp w Internecie [4.08.2015]: <http://www.altfeldinc.com/pdfs/Kotler.pdf>
- [9] Lazaridis P., Drichoutis A.C.: Food consumption issues in the 21<sup>st</sup> century. [online]. Dostęp w Internecie [10.09.2015]: [http://www.ip.aua.gr/Studies/Lazaridis-Drichoutis\\_final.pdf](http://www.ip.aua.gr/Studies/Lazaridis-Drichoutis_final.pdf)
- [10] Lv H.: Research on corporate image orientation. *Asian Social Sci.*, 2008, **4 (5)**, 18-21.
- [11] Predić B.: Strategic production management in enterprise. *Sci. J. Facta Univ.*, 1998, **1 (6)**, 27-33.
- [12] Ries A., Trout J.: *22 niezmiennie prawa marketingu*. PWE, Warszawa 2000.
- [13] Słomińska B.: Marka w strategiach rozwoju firm produkcyjnych na przykładzie przedsiębiorstw przemysłu spożywczego. *Marketing i Rynek*, 2000, **7**, 24.
- [14] Stewart-Knox B., Mitchell P.: What separates the winners from the losers in new food product development? *Trends Food Sci. Technol.*, 2003, **14 (1-2)**, 58-64.
- [15] Trias de Bes F., Kotler Ph.: *Innowacyjność. Przepis na sukces. Model „od A do F”*. Dom Wyd. Rebis, Poznań 2013, s. 43.

### CONSUMERS' PERCEPTION OF SELECTED CRITERIA OF FOOD PRODUCT INNOVATION

#### Summary

In the research study, the issue was analyzed of how buyers perceive the term of a novel food product. Also, the respondents' perception was assessed of some selected novel food products with different characteristics. The results were presented of the initial research survey that covered two provinces (The Province of Lublin and the Province of Masovia). By taking into account the respondents from two provinces, it was possible to comparatively analyse their opinions on the novel food products.

Based on the results of the initial survey, it was possible to report that the consumers surveyed equated, primarily, the 'novel food product' term with a product which would have met their new needs (23 %). A large group of respondents linked the novel food product to a product modified in different ways (21 %). Of the various characteristics referring to novel food products, the respondents chose, most frequently, those with a higher value for the buyer (such as the characteristics of the products categorised as special foods); the respondents perceived them as the best. Thus, the products the novelty of which was the effect of their modified composition were relatively higher rated by the respondents compared to the food prod-

ucts identified as novel on the basis of their modified packages. However, the results of the factor analysis indicated that the survey participants perceived the modifications to types or forms of packaging as the best, even though the participants rated them relatively low. Therefore, the end buyers surveyed perceived the novel food products with visible modifications more positively than the novel products with changes in the composition of the product (such as enriched composition or an increased value for the buyer).

**Key words:** perception, new product, end buyers, food ☒

GRAŻYNA MORKIS

## PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

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

### **Polskie akty prawne**

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 25 lipca 2016 r. w sprawie minimalnej zawartości alkoholu w wyłokach i osadzie drożdżowym (Dz. U. 2016 r., poz. 1189).

Minimalna zawartość alkoholu w wyłokach i osadzie drożdżowym, uzyskanych podczas wyrobu wina z winogron zebranych z krzewów winorośli uprawianych na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, wynosi nie mniej niż 0,4 % objętościowych.

2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 12 sierpnia 2016 r. w sprawie sposobu i miejsca pobierania próbek winogron, moszczu winogronowego i wina w trakcie fermentacji oraz ustalania naturalnej zawartości alkoholu w tych produktach (Dz. U. 2016 r., poz. 1409).

Pobierania próbek winogron, moszczu winogronowego przed rozpoczęciem fermentacji, moszczu winogronowego w trakcie fermentacji i wina w trakcie fermentacji dokonuje się nie później niż w dniu przeprowadzenia wzbogacania, w miejscu przeprowadzania tego wzbogacania wskazanym w zgłoszeniu zamiaru przeprowadzenia wzbogacania dokonany na formularzu, o którym mowa w art. 37 ust. 4 ustawy z dnia 12 maja 2011 r. o wyrobie i rozlewie wyrobów winiarskich, obrotie tymi wyrobami i organizacji rynku wina.

Pobieranie próbek moszczu winogronowego przed rozpoczęciem fermentacji, moszczu winogronowego w trakcie fermentacji i wina w trakcie fermentacji od-

- bywa się zgodnie z Polską Normą PN-A-75050:1972 – wersja polska "Przetwory owocowe, warzywne, wina i miody pitne. Pobieranie próbek".
3. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 września 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących produktów mięsnych oraz określenia sposobu postępowania z surowcami, które nie mogą być wykorzystane do produkcji produktów mięsnych (Dz. U. 2016 r., poz. 1521).  
Rozporządzenie określa wymagania dla następujących produktów mięsnych:
    - sterylizowanych konserw typu pasztet, poddanych obróbce cieplnej,
    - sterylizowanych konserw wieprzowych mięsnych, innych niż konserwy typu pasztet, poddanych obróbce cieplnej.
  4. Ustawa z dn. 21 grudnia 1990 r. o zawodzie lekarza weterynarii i izbach lekarsko-weterynaryjnych (tekst jednolity) (Dz. U. 2016 r., poz. 1509).  
Ogłoszono jednolity tekst ustawy o zawodzie lekarza weterynarii i izbach lekarsko-weterynaryjnych.  
Ustawa reguluje zasady wykonywania zawodu weterynarza, prawa i obowiązki członków, odpowiedzialność zawodową oraz zasady funkcjonowania okręgowych i krajowej Izby Lekarsko-Weterynaryjnej.
  5. Ustawa z dn. 21 grudnia 2000 r. o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych (tekst jednolity) (Dz. U. 2016 r., poz. 1604).  
Ogłoszono jednolity tekst ustawy o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych.  
Ustawa reguluje sprawy jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych oraz organizację i zasady działania Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych.

### Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/1416 z dn. 24 sierpnia 2016 r. w sprawie zmiany i sprostowania rozporządzenia (UE) nr 10/2011 w sprawie materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 2016 r., Nr 230, s.22).  
Wprowadzone zmiany dotyczą m.in.
  - żywności niezawierającej tłuszczów,
  - wymagań – oznaczających skład substancji, kryteria czystości substancji, właściwości fizykochemiczne substancji, szczegółowe informacje dotyczące procesu produkcji substancji lub inne informacje dotyczące wyrażenia limitów migracji,
  - napełnianie na gorąco – napełnianie wyrobu żywnością w temperaturze nieprzekraczającej 100 °C w chwili napełniania, po czym w czasie 60 minut żyw-

ność jest schładzana do temperatury nieprzekraczającej 50 °C lub w czasie 150 minut do temperatury nieprzekraczającej 30 °C.

2. Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/1776 z dn. 6 października 2016 r. zmieniające załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 w odniesieniu do stosowania sukralozy (E 955) jako wzmacniacza smaku w gumie do żucia z dodatkiem cukrów lub polioli (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. UE L 2016 r., Nr 230, s.22).

W załączniku II do rozporządzenia (WE) nr 1333/2008 wprowadza się zmiany zgodnie z załącznikiem do niniejszego rozporządzenia, które dotyczą E 955 sukralozy, jako wzmacniacza smaku w gumie do żucia, tylko z dodatkiem cukru lub polioli. Jeżeli substancje E 950, E 951, E 955, E 957, E 959 i E 961 są stosowane łącznie w gumie do żucia, maksymalny poziom każdej z nich jest proporcjonalnie zredukowany. ☒

## NOWE KSIĄŻKI

**Wild Plants, Mushrooms and Nuts: Functional Food Properties and Applications**  
**[Dzikie rośliny, grzyby i orzechy: Właściwości funkcjonalne i zastosowanie**  
**spożywcze]**

Isabel C.F.R. Ferreira, Patricia Morales, Lillian Barros

Wydawnictwo: Wiley-Blackwell 2016, ISBN 978-1-118-94462-2, stron 496, cena 162,50 EUR

Zamówienia: <http://eu.wiley.com>

Opracowanie stanowi przegląd bieżących i nowatorskich badań nad właściwościami chemicznymi, biochemicznymi, odżywczymi i farmaceutycznymi takich tradycyjnych surowców spożywczych, jak: dzikie grzyby, rośliny i orzechy. Te ostatnie stają się coraz bardziej istotne w diecie człowieka i są szczególnie przydatne w opracowywaniu nowej prozdrowotnej żywności oraz w nowoczesnej terapii bazującej na naturalnej żywności. W opracowaniu szczególnie potraktowano pozytywny wpływ tego typu surowców na zdrowie człowieka poprzez ich właściwości biologiczne, w tym przeciwutleniające, przeciwbakteryjne, przeciwgrzybiczne oraz przeciwnowotworowe.

**Confectionery and Chocolate Engineering: Principles and Applications**  
**[Inżynieria cukiernictwa i czekolady. Zasady i zastosowanie]**

Ferenc A. Mohos

Wydawnictwo: Wiley-Blackwell 2017, Wyd. II, ISBN: 978-1-118-93977-2, stron 792, cena 212,50 EUR

Zamówienia: <http://eu.wiley.com>

Wydanie II książki rozszerzono o kilka zasadniczych tematów, takich jak: bezpieczeństwo żywności, zapewnienie jakości, słodczyce specjalnego przeznaczenia żywieniowego, sztuka artystycznego wyrobu czekoladek i innych produktów cukierniczych. Ponadto, przedstawiono informacje o płynach lepkosprężystych w aspekcie żelowania jako przemiany fazowej drugiego rzędu. Scharakteryzowano również takie przemiany chemiczne, jak karmelizacja oraz reakcje Maillarda, a także omówiono wybrane procesy technologiczne, w tym konszowanie, suszenie, pieczenie, smażenie i prażenie stosowane w produkcji wyrobów cukierniczych.

**Advances in Meat Processing Technology****[Postępy w technologii przetwórstwa mięsnego]**

Alaa El-Din A. Bekhit

Wydawnictwo: CRC Press 2017, ISBN 9781498700481, stron 504, cena 159,00 £

Zamówienia: [www.crcpress.com](http://www.crcpress.com)

W książce omówiono najnowsze zmiany w technologii przetwórstwa mięsa, podkreślono mechanizm działania tych technologii i ich wpływ na właściwości produktu i jego akceptację przez konsumentów. Przedstawiono aktualne informacje na temat nowych technologii stosowanych w celu poprawy bezpieczeństwa i jakości mięsa i produktów mięsnych. Obejmują one techniki odkażania i klasyfikacji tusz, nowe sposoby oceny jakości mięsa, zmiany w przetwarzaniu surowca, ocenę sensoryczną produktów mięsnych oraz nowe rozwiązania w pakowaniu mięsa i jego przetworów.

**Food Biofortification Technologies****[Technologia żywności biofortyfikowanej]**

Agnieszka Saeid

Wydawnictwo: CRC Press 2017, ISBN 9781498756594, stron 208, cena 95,00 £

Zamówienia: [www.crcpress.com](http://www.crcpress.com)

Fortyfikacja żywności cennymi bioskładnikami jest obiecującą metodą zwiększenia spożycia składników odżywczych i minimalizującą ryzyko ich niedoboru. Tradycyjne praktyki ochronne, w których egzogenne substancje odżywcze są dodawane do żywności może zwiększyć zawartość składników odżywczych w produktach, ale korzystanie z biofortyfikacji żywności w składniki odżywcze może również dostarczać związków w bardziej dostępnej formie, a także zwiększyć ogólną względną skuteczność tych środków w zwiększaniu zawartości składników odżywczych. W publikacji przedstawiono metody fortyfikacji żywności cennymi związkami, pozwalające na średni wzrost spożycia składników odżywczych. Scharakteryzowano zarówno tradycyjne metody fortyfikacji, jak i biofortyfikację.

*Opracował: Lesław Juszcak*



**XII KONFERENCJA NAUKOWA Z CYKLU: ŻYWNOŚĆ XXI WIEKU  
NT. „ŻYWNOŚĆ A INNOWACJE”  
Kraków, 22-23 września 2016**

W dniach 22 - 23 września b.r. po raz dwunasty odbyła się Konferencja Naukowa z cyklu „Żywność XXI wieku” zorganizowana przez Oddział Małopolski Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności oraz Wydział Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie i odbywająca się pod patronatem Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN. Tematem przewodnim konferencji były innowacje w produkcji żywności, zaś jej zakres obejmował takie zagadnienia, jak:

- opracowanie nowych produktów spożywczych – nowe trendy i kierunki w odpowiedzi na potrzeby i oczekiwania konsumentów,
- nowatorskie metody przeciwdziałania chorobom niezakaźnym poprzez odpowiedni dobór diety i sposobu żywienia, środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego,
- innowacje w segmencie żywności funkcjonalnej, produktów regionalnych i cateringu,
- innowacyjne procesy i technologie oraz metody organizacji pracy w przemyśle spożywczym,
- nowoczesne metody pakowania żywności, innowacyjne podejście do przechowywania żywności i wydłużania czasu przydatności do spożycia,
- innowacyjne rozwiązania w analizie i monitoringu żywności,
- innowacyjność przedsiębiorstw – aspekty prawne, możliwości pozyskiwania finansowania, innowacyjność jako czynnik wzrostu konkurencyjności firm branży spożywczej,
- branding nowych i tradycyjnych produktów.

Nad wartością merytoryczną konferencji czuwał Komitet Naukowy w składzie: dr hab. inż. Agnieszka Filipiak-Florkiewicz – Przewodnicząca, prof. dr hab. inż. Jacek Domagała, prof. dr hab. Teresa Fortuna, prof. dr hab. inż. Halina Gambuś, dr hab. inż. Piotr Gębczyński, prof. UR, dr hab. inż. Lesław Juszcak, prof. UR, dr hab. inż. Wanda Kudelka, prof. UEK, prof. dr hab. Teresa Leszczyńska, prof. dr hab. inż. Władysław

Migdał, prof. dr hab. inż. Krzysztof Surówka, dr hab. inż. Tomasz Tarko, dr hab. inż. Mariusz Witczak, prof. dr hab. inż. Krzysztof Żyła, dr hab. inż. Ladislav Staruch (Slovenská Technická Univerzita w Bratysławie).

W konferencji udział wzięło wielu przedstawicieli świata nauki, reprezentujących różne ośrodki naukowe i badawcze z całego kraju, tj. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Politechnika Łódzka, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Uniwersytet Rzeszowski, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Politechnika Białostocka, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Morski Instytut Rybacki - PIB w Gdyni, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin IHAR - PIB w Radzikowie, Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Pigonia w Krośnie, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie oraz z ośrodków zagranicznych: Slovenská Technická Univerzita w Bratysławie, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita w Nitrze, The University of the West Indies z Republiki Trynidadu i Tobago. W konferencji uczestniczyli również przedstawiciele firm: LECO, Polygen, Genore, SHIM-POL, Ergo Solutions, Regis, Dietific. W sumie w konferencji wzięło udział 126 uczestników.

Uroczystego otwarcia konferencji dokonały: dr hab. inż. Agnieszka Filipiak-Florkiewicz, dziekan Wydziału Technologii Żywności i jednocześnie Przewodnicząca Komitetu Naukowego konferencji oraz dr hab. Aleksandra Duda-Chodak, Przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego. Następnie minutą ciszy uczczono pamięć zmarłego prof. dra hab. inż., dr h.c. Mieczysława Pałasińskiego. W dalszej kolejności wręczono nagrody PTTŻ. Nagrodę PTTŻ za najlepszą pracę doktorską z zakresu nauk o żywności w roku 2015 pt. "Kształtowanie potencjału bioaktywnego i walorów smakowych wiśni w aspekcie technologicznym" (promotor: dr hab. inż. Aneta Wojdyło, prof. nadzw.) otrzymała dr inż. Paulina Nowicka z Katedry Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż Wydziału Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Natomiast medalami 25-lecia PTTŻ za znaczący wkład w rozwój Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności zostali wyróżnieni: prof. dr hab. Edward Pospiech, dr hab. Dorota Piasecka-Kwiatkowska oraz dr hab. Ladislav Staruch.

Pierwszej części sesji plenarnej przewodniczyli: prof. dr hab. inż. Agnieszka Kita, prof. dr hab. Edward Pospiech, dr hab. Ewa Domian, prof. SGGW oraz dr hab. Aleksandra Duda-Chodak. W trakcie sesji referaty wygłosili prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska z SGGW w Warszawie nt. „Projekt MOST jako innowacyjne rozwiązanie dla zakładów produkcji i dystrybucji żywności”, dr hab. inż. Grażyna Bortnowska, prof. ZUT z Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technicznego w Szczecinie nt.

„Stabilność termodynamiczna i kinetyczna substancji zapachowych w emulsjach prostych i wielokrotnych”, dr Ladislav Staruch ze Słowackiego Uniwersytetu Technicznego w Bratysławie nt. „Fermented meat products with probiotic”. Pierwszą część sesji zakończyły prezentacje firm: Dietific – (dr inż. Krystyna Pogoń) nt. „Catering dietetyczny jako innowacyjna forma usług gastronomicznych”, GENORE – (Konrad Stępień) nt. „Zastosowania aminoanalizatora w badaniach żywnościowych: od aminokwasów w paszach po profilowanie win”, LECO – (dr Agnieszka Ulanowska) nt. „Innowacyjne rozwiązania w analizie żywności”, POLYGEN – (mgr inż. K. Bujak) nt. „Nowe rozwiązania w zakresie chromatografii cieczowej”. W czasie przerwy w obradach poczęstunek w formie przekąsek dietetycznych zapewniła firma Dietific, niejako nawiązując do wcześniejszej prezentacji.

Do sesji posterowej zgłoszono 162 komunikaty naukowe, które zaprezentowano w 5 sekcjach tematycznych: I. Innowacje w produktach pochodzenia zwierzęcego, II. Innowacje w produktach pochodzenia roślinnego, III. Nowe trendy w żywieniu i podejściu do zdrowia konsumenta, IV. Innowacyjne technologie i receptury, V. Mikroorganizmy w żywności – nowe możliwości, nowe spojrzenie. Najciekawsze doniesienia ustne i posterowe, wybrane po jednym z każdej sekcji, zostały nagrodzone przez Komisję oceniającą dyplomem i nagrodą.

W drugiej połowie dnia zaprezentowano krótkie komunikaty ustne. Obradom, które odbywały się równolegle w trzech salach wykładowych, przewodniczyli: dr hab. inż. Jacek Słupski, dr hab. inż. Paweł Ptaszek (sala A), prof. dr hab. inż. Władysław Migdał, dr hab. Ewelina Węsierska (sala B), dr hab. Urszula Gawlik-Dziki oraz dr hab. inż. Paweł Satora (sala C). Łącznie zaprezentowano 20 komunikatów ustnych.

Drugi dzień konferencji rozpoczęto od obchodów jubileuszu prof. dr hab. Anny Nowotnej oraz prof. dra hab. inż. Tadeusza Tuszyńskiego. Sylwetkę Pani prof. Anny Nowotnej przedstawiła prof. dr hab. inż. Halina Gambuś, kierownik Katedry Technologii Węglowodanów. Sylwetkę prof. Tadeusza Tuszyńskiego przedstawili dziekan, dr hab. inż. Agnieszka Filipiak-Florkiewicz oraz dr hab. inż. Paweł Satora, obecny kierownik Katedry Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej. W dalszej części głos zabrali zaproszeni goście oraz sami Jubilatzi. Tę część sesji zakończyło wystąpienie JM Rektora Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie prof. dra hab. Włodzimierza Sadego, który podkreślił olbrzymie zasługi Jubilatów dla rozwoju Wydziału Technologii Żywności oraz całej uczelni.

Po przerwie zaprezentowano kolejne referaty plenarne. Tej części sesji przewodniczyli dr hab. Dorota Piasecka-Kwiatkowska oraz prof. dr hab. inż. Krzysztof Surówka. Referat nt. „Trendy i innowacje w procesach fermentacji etanolowej” wygłosiła dr hab. inż. Joanna Kawa-Rygielska, prof. nadzw. z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. W dalszej kolejności referaty prezentowały: dr hab. Renata Kostogrys, prof. UR z Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie nt. „Genomika żywieniowa i nowa

żywność – zastosowanie technik „omics” w przemyśle spożywczym”, dr hab. Małgorzata Wroniak z SGGW w Warszawie nt. „Trendy w produkcji tłuszczów roślinnych” oraz dr hab. inż. Małgorzata Majcher z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu nt. „Analiza związków zapachowych w ocenie jakości produktów spożywczych”. Jako ostatnia o determinantach i kierunkach rozwoju funkcjonalnych wyrobów mięsnych mówiła dr hab. inż. Joanna Stadnik z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Po wygłoszeniu referatów dyskusję podsumowującą obrady konferencji poprowadzili prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska oraz prof. dr hab. Tadeusz Sikora. Na zakończenie głos zabrała dr hab. Aleksandra Duda-Chodak, Przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego, która serdecznie podziękowała wszystkim za uczestnictwo w konferencji i zaprosiła na następną edycję. W tej części wręczono również dyplomy i nagrody za najlepsze komunikaty ustne (3 nagrody) oraz posterowe (5 nagród).

Uczestnicy już w trakcie obrad otrzymali materiały konferencyjne w wersjach wydrukowanej i elektronicznej, które zawierały m.in. streszczenia wszystkich wystąpień plenarnych oraz komunikatów posterowych, jak również dwie monografie, na które złożyły się nadsyłane przez uczestników konferencji, recenzowane pełne artykuły naukowe. Pierwsze wydawnictwo obejmuje zagadnienia związane z innowacyjnymi rozwiązaniami w technologii żywności i żywieniu człowieka, z kolei druga monografia dotyczy roli procesów technologicznych w kształtowaniu jakości żywności.

Wszystkie materiały konferencyjne, w tym pełne teksty komunikatów oraz artykułów zawartych w obu monografiach w formie plików PDF znajdują się na stronie Oddziału Małopolskiego PTTŻ pod adresem: <http://www.pttzm.org/zywxxi16.php>

*Opracowała: dr inż. Dorota Najgebauer-Lejko  
Sekretarz Komitetu Organizacyjnego*

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



**POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI**  
**ZARZĄD GŁÓWNY**



**SEKCJA BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOŚCI**  
**KOMITETU NAUK O ŻYWNOŚCI I ŻYWIENIU PAN**



Zapraszają na

**II SYMPOZJUM NAUKOWE**

z cyklu

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

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



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



oraz

**POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI**  
**ZARZĄD GŁÓWNY**



Zapraszają na

**KROKUSOWE**  
**VIII SYMPOZJUM NAUKOWE**

**„Probiotyki w żywności”**

**Kiry, 26 - 28 kwietnia 2017 r.**

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

**Zgłoszenia prosimy przysyłać na adres:**  
**e-mail: [sympozjumprobiotyki2017@wp.pl](mailto:sympozjumprobiotyki2017@wp.pl)**

## TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

### INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 26 Nr 5

październik 2016

---

#### DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

##### Zarząd Główny

W dniu 22 września 2016 roku podczas XII Konferencji Naukowej z cyklu „Żywność XXI wieku” w Krakowie odbyło się Nadzwyczajne Walne Zebranie Delegatów. Celem zwołania zebrania była konieczność zatwierdzenia kolejnych zmian w projekcie statutu PTTŻ złożonym na początku 2016 roku do Krajowego Rejestru Sądowego. Proponowane zmiany do Statutu zostały przygotowane zgodnie z wytycznymi Sądu, ale przed jego zatwierdzeniem przez Sąd i wpisem do KRS wymagane było zatwierdzenie ostatecznej wersji Statutu przez Walne Zgromadzenie Delegatów, które w trakcie nadzwyczajnego walnego zebrania jednomyślnie zatwierdziło proponowane zmiany.

#### WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE KONFERENCJE NAUKOWE W 2017 r.

##### Styczeń

- 23 - 24 TRZEBNICA = Konferencja Naukowa nt. „Bioaktywne związki pochodzenia naturalnego” połączona z Jubileuszem 50-lecia pracy naukowej prof. dra hab. Czesława Wawrzeńczyka**  
Organizatorzy: Wydział Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej  
Kontakt: bzpn2017@gmail.com
- 27 WARSZAWA = II Narodowy Kongres Żywieniowy nt. „Żywność i żywienie w prewencji i leczeniu chorób – postępy 2016”**  
Organizatorzy: Instytut Żywności i Żywienia im. prof. dra med. Aleksandra Szczygła  
Informacje: <http://www.kongres-zywieniowy.waw.pl/>  
Kontakt: rbartnik@izz.waw.pl



Styczeń / Luty

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

Luty

- 20 - 21 BERLIN, Niemcy = 9<sup>th</sup> World Congress on Nutrition & Health  
Informacje: [health.nutritionalconference.com](http://health.nutritionalconference.com)

Marzec

- 13 – 15 PRAGA, Czechy = 4<sup>th</sup> International Conference on Food Security and Nutrition (ICFSN 2017)  
Informacje: <http://www.icfsn.org/>  
Kontakt: [icfsn@cbees.net](mailto:icfsn@cbees.net)  
Tel.: +852-3500-0137 (Hong Kong); +1-206-456-6022 (USA);  
+86-28-86528465 (China)
- 30 - 31 PIEŠŤANY, Słowacja = XIV Scientific Conference with International Participation – “Food Safety and Control”  
Organizatorzy: Faculty of Biotechnology and Food Sciences of the Slovak University of Agriculture in Nitra, Department of Food Hygiene and Safety National Contact Point for Scientific and Technical Cooperation with EFSA - Ministry of Agriculture and Rural Development, Bratislava  
Informacje: [www.bezpecnostpotravin.sk](http://www.bezpecnostpotravin.sk)  
Kontakt: prof. Ing. Jozef Golian; e-mail: [Jozef.Golian@uniag.sk](mailto:Jozef.Golian@uniag.sk)  
Tel.: +42137/6414 325

Kwiecień

- 24 - 26 **KIRY k. ZAKOPANEGO = II Sympozjum Naukowe z cyklu „Bezpieczeństwo żywnościowe i żywności”**  
Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Sekcja Bezpieczeństwa Żywności Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN  
Kontakt: [sympozjumkiry@onet.pl](mailto:sympozjumkiry@onet.pl)  
Tel.: 22 593-70-75

- 26 - 28 KIRY k. ZAKOPANEGO = Krokusowe VIII Sympozjum Naukowe z cyklu „Probiotyki w żywności”**  
Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Polskie Towarzystwo Technologów Żywności  
Kontakt: dr inż. A. Szydłowska; e-mail: [sympozjumprobiotyki2017@wp.pl](mailto:sympozjumprobiotyki2017@wp.pl)  
Tel.: 22 593-70-79

#### Lipiec

- 4 - 5 WROCŁAW = XLIII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu Polskiej Akademii Nauk nt. „Żywność dla przyszłości”**  
Organizatorzy: Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN, Wydział Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Polskie Towarzystwo Technologów Żywności  
Informacje: <http://wnoz.up.wroc.pl/pan>  
Kontakt: [pan@wnoz.up.wroc.pl](mailto:pan@wnoz.up.wroc.pl)  
Tel.: 71 320-77-72; 71 320-77-81
- 24 - 26 VANCOUVER, Kanada = 2<sup>nd</sup> International Conference on Food Chemistry and Hydrocolloids  
Informacje: [foodchemistry.conferenceseries.com](http://foodchemistry.conferenceseries.com)  
Kontakt: [foodchemistry@conferenceseries.net](mailto:foodchemistry@conferenceseries.net)

#### Wrzesień

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

#### Październik

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

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA  
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

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

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

---

*Material zawarty w Nr 5(108)/2016 Biuletynu podano według stanu informacji do 15 października 2016 r. Materiały do Nr 6(109)/2016 prosimy nadsyłać do 15 grudnia 2016 r. na adres Redakcji Czasopisma.*

---

KOMUNIKATY

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

Z uwagi na zakłócenia w działaniu dotychczasowej poczty elektronicznej Wydawnictwa uruchomiliśmy nowy adres e-mail: **[redakcja@pttz.org](mailto:redakcja@pttz.org)**

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

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