



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 1 (80)

Kraków 2012

Rok 19

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Tadeusz Sikora; tel./fax. 12 293-50-54; e-mail: sikora@uek.krakow.pl

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 12 662-51-61; e-mail: wnpttz@wp.pl

Redaktorzy: prof. dr hab. Włodzimierz Grajek (biotechnologia), prof. dr hab. Grażyna Jaworska (żywność pochodzenia roślinnego), prof. dr hab. Danuta Kolożyn-Krajewska (mikrobiologia, bezpieczeństwo i higiena żywności, żywność pochodzenia zwierzęcego), prof. dr hab. Bogusław Król (analiza i ocena żywności), prof. dr hab. Krzysztof Krygier (technologia tłuszczów, żywność funkcjonalna), prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński (technologia węglowodanów), prof. dr hab. Tadeusz Sikora (jakość i bezpieczeństwo żywności, zarządzanie jakością, żywność pochodzenia zwierzęcego i towaroznawstwo żywności), prof. dr hab. Stefan Ziajka (technologia mleczarstwa, zarządzanie jakością)

Redaktor statystyczny: dr Antoni Goryl

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

RADA PROGRAMOWA: prof. dr Antoni Rutkowski (przewodniczący), dr hab. Kazimierz Dąbrowski (sekretarz), prof. dr hab. Barbara Baraniak, prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna, prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski, prof. dr hab. Józefa Chrzanowska, prof. dr hab. Janusz Czapski, prof. dr hab. Zbigniew Czarnecki, prof. dr hab. Teresa Fortuna, prof. dr hab. Jan Gawęcki, prof. dr hab. Roman A. Grzybowski, prof. dr hab. Stanisław Gwiazda, prof. dr hab. Edward Kołakowski, prof. dr hab. Henryk Kostyra, prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, prof. dr hab. Małgorzata Nogala-Kałucka, prof. dr hab. Jan Oszmiański, prof. dr hab. Piotr Przybyłowski, dr hab. Bogusław Staniewski, prof. UWM, prof. dr hab. Krzysztof Surówka, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Zdzisław Targoński, prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, prof. dr hab. Erwin Wąsowicz, prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert, prof. dr hab. Maria Wojtatowicz

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

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

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOSTCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994 - 1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2012
Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISSN 1425-6959

Czasopismo w postaci wydrukowanej jest wersją główną (pierwotną)

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 600 egz.

SKŁAD I DRUK:



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

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy PTTŻ – dwumiesięcznik

Nr 1 (80)

Kraków 2012

Rok 19

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
HENRYK ZIELIŃSKI, BOHDAN ACHREMOWICZ, MAŁGORZATA PRZYGODZKA: Przeciwwutleniające ziarniaków zbóż	5
AGNIESZKA OBIEDZIŃSKA, BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK: Oleje tłoczone na zimno jako żywność funkcjonalna	27
MARTA H. MIKŠ-KRAJNIK: Rola paciorkowców mlekowych i pałeczek propionowych w procesie dojrzwiania sera typu szwajcarsko-holenderskiego	45
BARTOSZ SOŁOWIEJ: Ocena właściwości reologicznych analogów serów topionych o zmniejszonej zawartości tłuszczu	60
KRZYSZTOF LIPIŃSKI, MAŁGORZATA STASIEWICZ, RYSZARD RAFAŁOWSKI, JOANNA KALINIEWICZ, CEZARY PURWIN: Wpływ sezonu produkcji mleka na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego	72
BARBARA FELKNER-POŹNIAKOWSKA, RENATA PIETRZAK-FIEĆKO, MICHALINA KOTLARSKA, SYLWIA KACPRZAK: Skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka krów z chowu alkiezowego w okresie letnim i zimowym	81
KRZYSZTOF MŁYNEK, ALICJA DZIDO, IZABELA JANIUK: Właściwości fizykochemiczne wołowiny i mikrostruktura mięśni w zależności od występowania włókien olbrzymich	93
WIESŁAW SOBOTKA, JANUSZ F. POMIANOWSKI, ANNA WÓJCIK: Wpływ zastosowania genetycznie zmodyfikowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej oraz poekstrakcyjnej śruty rzepakowej „00” na efekty tłuszczu, właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa świni	106
WIESŁAW PRZYBYLSKI, DANUTA JAWORSKA, KINGA BORUSZEWSKA, MAGDALENA BOREJKO, WOJCIECH PODSIADŁY: Jakość technologiczna i sensoryczna wadliwego mięsa wieprzowego	116
MAGDALENA OLSZAK, MAŁGORZATA JAŁOSIŃSKA, DANUTA JAWORSKA, ZBIGNIEW DOLATOWSKI: Wpływ dodatku przetworów z nasion gryki na jakość pasztetów podczas przechowywania	128
DOROTA MAJ, JÓZEF BIENIEK, ZOFIA BEKAS: Wpływ wieku i płci królików na wskaźniki jakości ich mięsa	142
JÓZEF BIENIEK, DOROTA MAJ, OLGA DEREWICKA, ZBIGNIEW BONCZAR: Wskaźniki użyteczności mięskiej królików burgundzkich i ich mieszańców z białymi nowozelandzkimi	154
ANNA WÓJCIK, JANUSZ F. POMIANOWSKI, ELŻBIETA TOŃSKA, JANINA SOWIŃSKA, TOMASZ MITUNIEWICZ, DOROTA WITKOWSKA, ŁUKASZ CHORAŻY, JOANNA PIOTROWSKA, AGNIESZKA KWIATKOWSKA-STENZEL, ZBIGNIEW RUDNICKI, DARIA MURAWSKA, SEBASTIAN MIELCAREK: Zawartość wybranych pierwiastków w mięsie kurcząt brojlerów poddanych różnym wariantom obrotu przedubojowego	164
MAGDALENA MICHALCZYK: Wpływ naparów herbaty czarnej i zielonej na zanieczyszczenie mikrobiologiczne oraz wzrost kielków rzodkiewki	175
EWA JABŁOŃSKA-RYŚ: Wpływ sposobu parzenia różnych rodzajów herbat na zawartość w nich szczawianów rozpuszczalnych	187
SEBASTIAN WAWSZCZAK, MARIA ŚMIECHOWSKA, RADOSŁAW STERCZYŃSKI: Próba identyfikacji czynników wpływających na preferencje młodych kobiet wobec piw ciemnych produkowanych metodą tradycyjną	196
ROBERT GAJDA, MARZENA JEŻEWSKA-ZYCHOWICZ: System HACCP w gastronomii – wiedza pracowników o implementacji jego zasad na przykładzie regionu świętokrzyskiego	206
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA: Interakcje składników żywności	218
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	220
ANNA FLOREK-PASZKOWSKA: Nowe książki	221
Antoni Rutkowski: Twórcy polskiej nauki o żywności	224
Z żałobnej karty: Profesor inż. Alexander Dandar, Drsc. 1937 - 2011	229
Z żałobnej karty: Profesor dr hab. inż. Łucja Fornal 1939 - 2011	231
Z żałobnej karty: Prof. dr hab. Piotr P. Lewicki 1937 - 2011	233
Technolog Żywności	236

Zamieszczone artykuły są recenzowane

*Czasopismo jest referowane przez: Chemical Abstracts Service, IFIS, Scopus,
Journal Citation Reports / Science Edition; Citation Index Expanded*

FOOD. Science. Technology. Quality

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

No 1 (80)

Kraków 2012

Vol. 19

CONTENTS

From the Editor.....	3
HENRYK ZIELIŃSKI, BOHDAN ACHREMOWICZ, MAŁGORZATA PRZYGODZKA: Antioxidants in cereal grains	5
AGNIESZKA OBIEDZIŃSKA, BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK: Cold pressed oils as functional food	27
MARTA H. MIKŠ-KRAJNIK: Role of lactic acid cocci and propionic acid rods in swiss-dutch type cheese ripening process	45
BARTOSZ SOŁOWIEJ: Evaluation of rheological properties of reduced-fat processed cheese analogues	60
KRZYSZTOF LIPIŃSKI, MAŁGORZATA STASIEWICZ, RYSZARD RAFAŁOWSKI, JOANNA KALINIEWICZ, CEZARY PURWIN: Effect of milk production season on profile of fatty acids in milk fat	72
BARBARA FELKNER-POŹNIAKOWSKA, RENATA PIETRZAK-FIEĆKO, MICHALINA KOTLARSKA, SYLWIA KACPRZAK: Composition of fatty acids in milk fat from milk obtained from cows grown in cowsheds in summer and winter season periods	81
KRZYSZTOF MŁYNEK, ALICJA DZIDO, IZABELA JANIUK: Physicochemical characteristics of beef and muscle microstructure depending on giant fibres present therein.....	93
WIESŁAW SOBOTKA, JANUSZ F. POMIANOWSKI, ANNA WÓJCIK: Effect of genetically modified soybean and "00" rapeseed meals on pig fattening performance and technological and sensory properties of pig meat.....	106
WIESŁAW PRZYBYLSKI, DANUTA JAWORSKA, KINGA BORUSZEWSKA, MAGDALENA BOREJKO, WOJCIECH PODSIADŁY: Technological and sensory quality of defective pork meat	116
MAGDALENA OLSZAK, MAŁGORZATA JAŁOSIŃSKA, DANUTA JAWORSKA, ZBIGNIEW DOLATOWSKI: Effect of buckwheat seed preparations added on quality of pâtés during storage	128
DOROTA MAJ, JÓZEF BIENIEK, ZOFIA BEKAS: Effect of age and gender of rabbits on indices of their meat quality	142
JÓZEF BIENIEK, DOROTA MAJ, OLGA DEREWICKA, ZBIGNIEW BONCZAR: Slaughter traits of meat obtained from burgundy fawn rabbits and their crosses with new zealand whites	154
ANNA WÓJCIK, JANUSZ F. POMIANOWSKI, ELŻBIETA TOŃSKA, JANINA SOWIŃSKA, TOMASZ MITUNIEWICZ, DOROTA WITKOWSKA, ŁUKASZ CHORAŻY, JOANNA PIOTROWSKA, AGNIESZKA KWIATKOWSKA-STENZEL, ZBIGNIEW RUDNICKI, DARIA MURAWSKA, SEBASTIAN MIELCAREK: Content of selected minerals in meat derived from broiler chickens subjected to various pre-slaughter handling procedures	164
MAGDALENA MICHALCZYK: Effect of black and green tea infusions on microbial contamination and growth of small radish sprouts	175
EWA JABŁOŃSKA-RYŚ: Effect of brewing method various tea types on content of soluble oxalates therein	187
SEBASTIAN WAWSZCZAK, MARIA ŚMIECHOWSKA, RADOSŁAW STERCZYŃSKI: Attempt to identify factors impacting preferences of young women for traditionally produced dark beer.....	196
ROBERT GAJDA, MARZENA JEŻEWSKA-ZYCHOWICZ: HACCP system in food service sector – employees' knowledge of implementation of its rules exemplified by Świętokrzyskie region	206
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA: Interactions among food components.....	218
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation	220
ANNA FLOREK-PASZKOWSKA: Book reviews	221
Antoni Rutkowski: Creators of the Polish food science	224
Contemporary Terms: Profesor ing. Alexander Dandar, Drsc. 1937 - 2011	229
Contemporary Terms: Prof. dr hab. inż. Łucja Fornal 1939 - 2011	231
Contemporary Terms: Prof. dr hab. Piotr P. Lewicki 1937 - 2011	233
The Food Technologist.....	236

Only reviewed papers are published

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

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

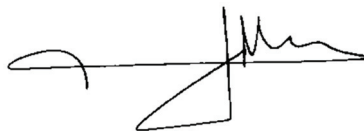
przekazujemy Państwu nr **1(80)** naszego czasopisma, który zawiera różnorodne tematycznie artykuły naukowe, prezentujące dorobek kilku krajowych środowisk nauki o żywności. Jak zwykle w numerze stałe działy z interesującymi informacjami. W tym numerze rozpoczynamy publikację nowego działu pt.: „**TWÓRCY POLSKIEJ NAUKI O ŻYWNOŚCI**”. Wyrażamy nadzieję, że ten cykl publikacji utrwali pamięć o wybitnych uczonych, którzy tworzyli zręby dzisiejszej nauki o żywności i spotka się z zainteresowaniem szczególnie młodych adeptów naszej dyscypliny nauki.

W związku z nowymi kryteriami oceny czasopism naukowych, przedstawionych przez MNiSzW, dostosowaliśmy również nasze wymagania redakcyjne do tych kryteriów. Uprzejmie prosimy Autorów o dokładne zapoznanie się w tymi wymaganiami na stronie <http://www.pttz.org/zyw/index.html>.

Nasz apel jest stale aktualny: **cytujmy polskich autorów publikujących w „Żywności”** w artykułach kierowanych do czasopism zagranicznych! Zwracajmy także większą uwagę na cytowanie wcześniej opublikowanych artykułów w „Żywności”, w opracowaniach nadsyłanych do redakcji. Cytowanie wcześniej opublikowanych artykułów, wiążących się tematycznie z nadsyłanymi opracowaniami, będzie warunkiem przyjęcia pracy do druku.

Kraków, luty 2012 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora



Polskie Towarzystwo Technologów Żywności

**Sekcja Młodej Kadry Naukowej
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

oraz

**Wydział Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego
im. Hugona Kołłątaja
w Krakowie**

zapraszają na

**XVII SESJĘ NAUKOWĄ SEKCJI MŁODEJ KADRY
NAUKOWEJ PTTŻ – I SESJĘ MIĘDZYNARODOWĄ
nt. „OBLICZA ŻYWNOSTCI”**

10 – 11 maja 2012, Kraków

**Komitety Organizacyjny XVII Sesji SMKN PTTŻ
ul. Balicka 122
30 – 149 Kraków
e-mail: smkn.maj2012@gmail.com**

HENRYK ZIELIŃSKI, BOHDAN ACHREMOWICZ,
MAŁGORZATA PRZYGODZKA

PRZECIWUTLENIACZE ZIARNIAKÓW ZBÓŻ

Streszczenie

Ziarniaki zbóż są bogatym źródłem związków biologicznie aktywnych. Związki te wykazują właściwości przeciwutleniające, zależne od ich struktury chemicznej. W artykule przedstawiono właściwości fizykochemiczne przeciwutleniaczy, chemiczne formy występowania oraz ich zawartość w ziarniakach: pszenicy, żyta, owsa, jęczmienia i w nasionach gryki. Scharakteryzowano następujące grupy przeciwutleniaczy: witaminy, karotenoidy, związki fenolowe, w tym fenolokwasy i flawonoidy, fitoestrogeny, fitosterole, fosforany inozytolu oraz glutation i melatoninę oraz przedstawiono ich funkcję jako przeciwutleniaczy w zachowaniu homeostazy organizmu. Omówiono również wpływ procesów przemiału ziarna oraz jego obróbki hydrotermicznej na potencjał przeciwutleniający produktów zbożowych. Przedstawiono podstawy powstawania, w reakcji Maillarda, nowych przeciwutleniaczy po obróbce hydrotermicznej ziarna. Na podstawie potwierdzonej pozytywnej korelacji pomiędzy spożyciem produktów pełnoziarnistych a obniżeniem ryzyka wystąpienia przewlekłych chorób niezakaźnych oraz aktualnych zaleceń dietetycznych rekomendujących zwiększone spożycie pełnoziarnistych przetworów zbożowych, wskazane jest rozszerzenie badań nad przeciwutleniaczami ziarniaków zbóż oraz wartością prozdrowotną pełnoziarnistych przetworów zbożowych.

Słowa kluczowe: przeciwutleniacze, stres oksydacyjny, ziarniaki zbóż, przewlekłe choroby niezakaźne

Żywność a związki biologicznie aktywne

Fundamentalną funkcją żywności jest zapewnienie organizmowi człowieka odpowiedniej ilości energii, niezbędnych składników odżywczych oraz dostarczenie konsumentowi satysfakcji wynikającej z jej spożywania. Kolejna rola wynika z obecności w żywności substancji bioaktywnych, które wpływają na obniżenie ryzyka zachorowania na wiele przewlekłych chorób niezakaźnych, m.in. nowotworów, arteriosklerozy i cukrzycy typu 2. Związki te mogą przyczyniać się do poprawy zdrowia człowieka bądź też odgrywać istotną rolę w profilaktyce chorób [20, 26]. Wyniki badań epide-

Prof. dr hab. H. Zieliński, dr inż. M. Przygodzka, Oddział Nauki o Żywności, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, ul. Tuwima 10, 10-747 Olsztyn, prof. dr hab. B. Achremowicz, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Żelwerowicza 4, 35-061 Rzeszów

miologicznych wskazują na kluczową rolę związków biologicznie aktywnych o właściwościach przeciwutleniających w obniżaniu ryzyka zapadania na choroby układu krążenia i choroby nowotworowe oraz w spowalnianiu procesów starzenia się [61, 107]. Rozwój tego kierunku badań datuje się od lat 60. XX w., kiedy to etiologię różnych chorób degeneracyjnych powiązano z reaktywnymi formami tlenu (RFT) [91]. Uważa się, że przyczyną wielu przewlekłych chorób niezakaźnych, zwanych też cywilizacyjnymi, jest naruszenie w ustroju naturalnej równowagi pomiędzy zachodzącymi w warunkach fizjologicznych procesami utleniania, będącymi podstawą procesów życiowych, a procesami przeciwutleniającymi [8,71]. W stanach zaburzenia tej równowagi dochodzi do dominacji reakcji wolnorodnikowych o charakterze utleniającym [42]. Za stan taki, obecny zarówno w komórkach roślinnych, jak i w organizmie ludzkim, nazywany stresem oksydacyjnym, obwinia się coraz częściej reaktywne formy tlenu, których nadmiar powstaje na skutek ich wzmożonej produkcji z endogennych źródeł organizmu oraz środowiskowych czynników zewnętrznych. Przyczyną stresu oksydacyjnego mogą być również skomplikowane procesy metabolizowania ksenobiotyków [10, 96].

Lista bioaktywnych składników żywności o udowodnionych, korzystnych właściwościach zdrowotnych jest długa i stale powiększana [110]. Znajdują się na niej takie składniki, jak: błonnik pokarmowy, oligosacharydy, poliole – alkohole wielodorotlenowe, aminokwasy, peptydy, białka, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy, składniki mineralne, cholina i lecytyna oraz substancje fitochemiczne. W ostatniej dekadzie te ostatnie wzbudzają szczególne zainteresowanie w kontekście ich występowania w surowcach roślinnych i produktach ich obróbki mechaniczno-termicznej, jak również ich biodostępności, metabolizmu i ochronnego działania w organizmie człowieka [117].

Ilość i aktywność przeciwutleniaczy obecnych w żywności pochodzenia roślinnego zależy od wielu czynników. Między innymi od przystosowania roślin do warunków środowiskowych podczas wzrostu i rozwoju oraz od procesów technologicznych, jakim zostały poddane, zanim otrzymany z nich produkt został przetworzony. Przeciwutleniacze obecne w żywności mogą wносить istotny wkład do układu obronnego organizmu człowieka [8, 25, 55].

Przeciwutleniacze ziarniaków zbóż

Przeciwutleniacze są to związki organiczne, które przy małym stężeniu, w porównaniu z substratem będącym obiektem utleniania, znacząco opóźniają lub zapobiegają jego utlenianiu [42]. Ziarno zbóż i produkty jego przerobu zawierają wiele tego typu związków różniących się zdecydowanie masą cząsteczkową. Potencjał przeciwutleniaczy o wysokim ciężarze molekularnym ziarniaków obejmuje polisacharydy i białka. Ziarniaki zbóż zawierają polisacharydy, które inhibują utlenianie katalizo-

wane przez lipooksygenazę kwasu linolenowego w modelowych emulsjach [72]. Białka mogą również spowalniać utlenianie tłuszczu przez działanie jako wygaszacze wolnych rodników i chelatujące metale [24].

Przeciwutleniacze wykazują liczne korzystne funkcje fizjologiczne [4, 66]. Uczestnicząc w procesach metabolicznych, wzmacniają system odpornościowy i przeciwutleniający ustroju, wpływają na układy: sercowo-naczyniowy, trawienny, nerwowy i oddechowy. Naturalnymi substancjami przeciwutleniającymi obecnymi w żywności pochodzenia roślinnego są głównie metabolity wtórne roślin, których rola polega m.in. na ochronie gatunku przed czynnikami zagrażającymi jego przetrwaniu w niekorzystnych warunkach [44]. Wiele z nich ma właściwości profilaktyczne, a niekiedy nawet lecznicze. Zwięzły przegląd związków przeciwutleniających klasyfikowanych w szerokim spektrum substancji biologicznie aktywnych, występujących w ziarniakach zbóż, przedstawiono w tab. 1.

Przeciwutleniacze mogą występować w zróżnicowanym stanie fizykochemicznym w różnych częściach morfologicznych ziarniaków zbóż, stąd też mogą być klasyfikowane wg następujących kategorii:

1. Niskocząsteczkowe związki występujące w formie wolnej pozbawione chemicznych bądź fizycznych oddziaływań z makrocząsteczkami matrycy.
2. Związki, które są fizycznie zamknięte w różnych strukturach komórkowych.
3. Związki, które są chemicznie związane z innymi makromolekułami.
4. Przeciwutleniacze tworzące nierozpuszczalny przeciwutleniający materiał.

Pierwsza grupa obejmuje przeciwutleniacze, które mogą być z łatwością wyekstrahowane wodą lub mieszaniną wody z alkoholem metylowym lub etylowym: pochodne kwasu cytrynowego i benzoowego, flawonoidy, taniny hydrolizujące [48, 76, 103, 116]. Tokoferole i kwas askorbinowy zawsze występują w formie wolnej, jednakże kwas askorbinowy w wyniku utleniania do kwasu dehydroaskorbinowego może reagować z grupami aminowymi białek, tworząc połączenia białko-dehydroaskorbinian [46].

Druga grupa obejmuje przeciwutleniacze wykazujące niekwalencyjne oddziaływanie ze składnikami matrycy oraz związki fizycznie zamknięte w strukturach komórkowych. Przykładem mogą być karotenoidy w formie kompleksów lipoproteinowych i flawonoidy unieruchomione w sieci pektynowej [31, 85].

Do dwóch ostatnich grup należą przeciwutleniacze, których rozpuszczalność została zmodyfikowana na skutek wiązania z makrocząsteczką matrycy. Przykładem są związki fenolowe związane połączeniami estrowymi z polisacharydową ścianą komórkową, tworzące tzw. „antyoksydacyjny błonnik pokarmowy” [19, 81, 104, 117]. Z kolei nierozpuszczalny przeciwutleniający materiał obejmuje co najmniej trzy duże grupy związków: nierozpuszczalne białka, taniny oraz melanoidyny powstające w wyniku termicznej obróbki ziarna zbóż [51].

Tabela 1

Związki biologicznie aktywne ziarniaków zbóż.
Biologically active compounds in cereal grains.

Przeciwutleniacze Antioxidants Fenolokwasy oraz ich estry i glikozydy Phenolic acids and their esters and glycosides Awentramidy / Avenanthramides Flawonoidy (głównie flawonoidy gryki) Flavonoids (mainly buckwheat flavonoids) Fitoestrogeny (lignany) / Phytoestrogens (lignans) Fitosterole / Phytosterols Tokoferole i tokotrienole / Tocopherols and tocotrienols Karotenoidy / Carotenoids Melatonina / Melatonin Fosforany inozytolu / Inositol phosphates Glutation / Glutathione Mikroelementy (Fe, Se, Cu, Zn i Mn) wchodzące w skład enzymów antyoksydacyjnych (peroksydaza glutationowa, dysmutaza nadtlencowa) Microelements (Fe, Se, Cu, Zn i Mn) in antioxidative enzymes (glutathione peroxidase, superoxide dismutase)	Klasyczne substancje odżywcze Traditional nutrients Witamina E / Vitamin E Witaminy grupy B / Vitamins B Makro- i mikroelementy (Mg, Fe, Zn, Cu, Mn i Se) Macro- and macroelements (Mg, Fe, Zn, Cu, Mn i Se) Niezbędne kwasy tłuszczowe (NNKT) / Essentials fatty acids (EFA)
Związki o aktywności hormonalnej Hormonally active compounds Fitoestrogeny (lignany) / Phytoestrogens (lignans) Fitosterole / Phytosterols	Substancje przeciwożywcze Antinutrients Fosforany inozytolu / Inositol phosphates Taniny (gryka, jęczmień) Tannins (buckwheat, barley) Alkilofenole / Alkylphenols Inhibitory enzymów (proteaz i amilaz) Enzyme inhibitors (protease and amylase) Hemaglutyniny / Hemagglutinins Fagopirytole gryki / Fagopyritols in buckwheat
	Substancje nieodżywcze Non-nutrient components Błonnik pokarmowy / Dietary fibre Skrobia oporna / Resistant starch Oligosacharydy / Oligosaccharides Inulina / Inulin

Źródło:/ Source: opracowanie własne na podstawie [28, 125, 126, 127] / the authors' study on the basis of [28, 125, 126, 127].

Funkcja przeciwutleniaczy w zachowaniu homeostazy organizmu

W prawidłowych warunkach fizjologicznych w komórkach organizmu utrzymuje się względna równowaga pomiędzy poziomem wytworzonych rodników tlenowych a aktywnością przeciwutleniaczy. W następstwie zachwiania homeostazy komórek zachodzących w stanach stresu, stanach zapalnych czy zaburzeń fizjologicznych wzrasta produkcja wolnych rodników, prowadząc bezpośrednio do stresu oksydacyjnego [7, 23].

Wolne rodniki inicjują zagrożenia i choroby powodowane zmianami oksydacyjnymi we frakcji tłuszczowej, białkowej i kwasów nukleinowych. W patogenezie cu-

krzycy główne hipotezy wyjaśniające związek między wysokim stężeniem glukozy we krwi a rozwojem cukrzycy obejmują m.in. stres oksydacyjny i nieenzymatyczną glikację białek. Efektem glikacji białek jest powstanie trwałych i nieodwracalnych końcowych produktów zaawansowanej glikacji. Uszkodzenia tkanek, spowodowane nagromadzeniem szkodliwych produktów nieenzymatycznej glikacji białek, są jedną z przyczyn powstawania wielu schorzeń cukrzycowych, takich jak: choroby krążenia, uszkodzenia nerek, zmiany w siatkówce oka, objawy stopy cukrzycowej i zmiany w strukturze kolagenu. Produkty nieenzymatycznej glikacji białek akumulują się w tkankach wraz z wiekiem, co wskazuje na możliwość udziału tego procesu w starzeniu organizmu [1]. Jednym z kierunków zapobiegania tym niekorzystnym zmianom, indukowanym zarówno przez stres oksydacyjny, jak również przez procesy nieenzymatycznej glikacji białek, może być profilaktyka powiązana z właściwą dietą zawierającą podwyższony poziom substancji przeciwutleniających o korzystnym oddziaływaniu na organizm konsumenta [7, 53].

Organizm ludzki posiada własny system zabezpieczający przed toksycznym działaniem wolnych rodników w postaci grupy endogennych antyoksydantów, który jednak z wiekiem słabnie. Można go wzmacniać, stosując dietę bogatą w egzogenne przeciwutleniacze, tym samym wzmacniając zdolność przeciwutleniaczy do: bezpośredniej reakcji z wolnymi rodnikami, wygaszania i dezaktywacji wolnych rodników, nasilenia dysmutacji wolnych rodników do związków o znacznie mniejszej reaktywności, chelatowania metali prooksydacyjnych, redukcji substancji prooksydacyjnych, wzmagania aktywności enzymatycznej, inhibicji enzymów prooksydacyjnych, wygaszania reaktywnych grup karbonylowych, ograniczając procesy nieenzymatycznej glikacji białek.

Dostarczenie wystarczającej ilości tych związków w diecie jest jednym z podstawowych warunków właściwego żywienia i dobrego zdrowia [38]. Drugim ważnym kierunkiem jest zmiana nawyków żywieniowych niezbędnych w skutecznej profilaktyce chorób układu krążenia i cukrzycy. Nowe kierunki rozwoju piekarstwa, dotychczas głównie ograniczone do wprowadzania na rynek ciemnego pieczywa czy też jasnego zawierającego dodatki suszonych owoców bądź nasion bogatych w związki biologicznie aktywne (pestki słonecznika, dyni, błonnik jabłkowy itp.), ciągle napotykać na stereotypowe zachowania konsumentów i wybór pieczywa jasnego, będącego rezultatem nie tyle świadomości konsumenckiej, co braku informacji o konieczności zmian nawyków żywieniowych społeczeństwa [69, 115].

Przeciwutleniacze o zasadniczym znaczeniu dla konsumenta

Do najbardziej skutecznych przeciwutleniaczy zalicza się witaminy C i E, karotenoidy, kwas fitynowy oraz liczną grupę związków fenolowych. Znaczenie i działanie witaminy C i E jest powszechnie znane, aczkolwiek nowe spojrzenie na terapeutyczną rolę tokotrienoli, które w ziarniakach zbóż występują w ilościach większych niż toko-

ferole, wymaga oddzielnego opracowania. Z aktualnym stanem wiedzy czytelnik może zapoznać się ze specjalistycznej monografii [120].

Karotenoidy są związkami nadającymi żółtą, pomarańczową i czerwoną barwę owocom, warzywom i ziarniakom niektórych zbóż. Związki te wykazują cenne właściwości biologiczne, najlepiej udokumentowana jest ich aktywność prowitaminowa [38]. Pod względem chemicznym zbudowane są z ośmiu jednostek izoprenowych. Dzieli się je na dwie podstawowe grupy:

- karoteny – zawierają w cząsteczce 11 sprzężonych wiązań podwójnych np. β -karoten, α -karoten, γ -karoten i likopen;
- ksantofile – zawierają w cząsteczce tlen w formie grup karbonylowych, epoksydowych i hydroksyloowych jak: zeaksantyna, luteina, wioloksantyna i kapsantyna.

Karotenoidy są głównymi związkami barwnymi ziarniaków zbóż. Występują w małych ilościach we wszystkich częściach anatomicznych ziarniaków, głównie w zarodkach [64]. Podstawowym barwnikiem ziarniaków pszenicy jest żółta luteina oraz jej mono- i diestry z kwasami tłuszczowymi (np. z kwasem palmitynowym), których wzajemne stosunki zależą od gatunku i odmiany pszenicy. Zawartość karotenoidów w bielmie skrobiowym pszenicy jarej wynosi około 3,5 mg/kg, a w ozimej około 2,4 mg/kg. W obydwóch gatunkach dominującym karotenoidem jest luteina [64]. Natomiast frakcja karotenoidów żyta składała się z α -karotenu, poli-cis-likopenu B, luteiny, epoksydów ksantofili (5,6-epoksyluteiny) oraz taraksantyny, która występuje głównie w zarodku w ilości 2,8-7,6 mg/kg. Z kolei w owsie stwierdzono występowanie 5,6-epoksyluteiny i taraksantyny [33, 34].

Charakterystyka chemiczna związków fenolowych

Związki fenolowe stanowią liczną i ważną grupę połączeń o silnych właściwościach przeciwutleniających. Powszechnie występują w świecie roślin i stanowią znaczący składnik pożywienia. Dzielone są ze względu na podstawowy szkielet węglowy na: kwasy fenolowe, flawonoidy, stilbeny i lignany.

Działanie przeciwutleniające fenoli polega na ich zdolności łączenia się z metalami, zwłaszcza z żelazem i miedzią (chelatowanie), umożliwiającej im udział w enzymatycznych procesach utleniania. Mogą też działać jako tzw. „wygaszacze wolnych rodników”, oddając elektron tym wysoko aktywnym grupom [43]. Dzięki zdolności do przenoszenia protonów i elektronów związki fenolowe nie tylko same ulegają utlenianiu, ale również poprzez chinony powstające w wyniku ich utleniania mogą pośredniczyć w utlenianiu związków niereagujących bezpośrednio z tlenem. Efektywność przeciwutleniająca związków fenolowych zależy jednak w dużej mierze od ich struktury. Reakcje utleniania polifenoli mają charakter złożony, a ich przebieg zależy od rodzaju i lokalizacji podstawników. Pierwszym etapem jest oderwanie wodoru z grupy hydroksylowej i utworzenie rodników fenoksylowych, stosunkowo trwałych ze względu na

możliwość przemieszczania się ładunku w pierścieniu. Rodniki fenoksyłowe mogą ulegać dalszemu utlenieniu do chinonów albo, w zależności od warunków i budowy, mogą uczestniczyć w innych reakcjach charakterystycznych dla rodników, takich jak dimeryzacja, podstawienie rodnikowe lub reakcje z innymi rodnikami. Właściwości te umożliwiają stosowanie związków o charakterze fenoli jako przeciwutleniaczy [99].

Kwasy fenolowe

Kwasy fenolowe w roślinach występują głównie w formie związanej, jako elementy złożonych struktur lignin i tanin hydrolizujących oraz w postaci estrów i glikozydów. Pod względem struktury podstawowego szkieletu węglowego kwasy fenolowe są pochodnymi kwasu benzoowego i cynamonowego występującymi w formie wolnej, estrów i glikozydów, z których są uwalniane w wyniku hydrolizy kwaśnej, alkalicznej i enzymatycznej.

Wolne kwasy występują najczęściej w niewielkich ilościach, a ich stężenie zależy od gatunku i stopnia dojrzałości rośliny. Ogólną pulę kwasów fenolowych w ziarniakach zbóż tworzą kwasy fenylokarboksylowe (p-hydroksybenzoesowy, salicylowy, protokatechowy, wanilinowy, galusowy i elagowy) i kwasy fenylopropenowe (kawowy, p-kumarowy, ferulowy, synapinowy), tworzące tzw. fenolokwasy [6, 128]. W ziarniakach zbóż dominującym kwasem fenolowym jest kwas *trans*-ferulowy. Ziarniaki zbóż, takich jak: pszenica, żyto, jęczmień, owies i gryka są zasobne w kwasy fenolowe [62, 117]. Najwięcej tych związków zawierają otręby i całe ziarniaki [11].

W badaniach Zielińskiego i wsp. [125, 127] wykazano, że największa zawartość związków fenolowych występuje w orzeszkach gryki odmiany Kora (2,69 mg katechin/g), następnie w ziarniakach owsa odmiany Sławko (1,64 mg katechin/g) oraz żyta odmiany Dańkowskie Żłote (1,39 mg katechin/g), a zdecydowanie najmniej tych składników stwierdzono w pszenicy odmiany Hernika (0,53 mg katechin/g). Zawartość kwasu ferulowego w ziarniakach pszenicy i żyta jest największa i wynosi odpowiednio 3,62 µg/g s.m. oraz 16 µg/g s.m., równie istotna jest zawartość kwasu wanilinowego (żyto 0,82 µg/g s.m.) i p-kumarowego (pszenica 0,70 µg/g s.m., żyto 0,46 µg/g s.m.), natomiast kwas kawowy i synapinowy występują w najmniejszych ilościach [6, 37, 73, 100, 127]. Pochodne kwasów fenolowych są głównymi przeciwutleniaczami ziarniaków zbóż. Zawartość wolnych i połączonych wiązaniem estrowym kwasów fenolowych w ziarniakach żyta (54,6 µg/g), owsa (30,1 µg/g) była większa niż w pszenicy (10,1 µg/g) i jęczmieniu (6,5 µg/g) [126].

Aktywność przeciwutleniająca fenolokwasów jest zależna od liczby grup hydroksylowych w cząsteczce i może być wzmocniona przez efekty sferyczne. Pochodne kwasu cynamonowego są bardziej efektywnymi przeciwutleniaczami niż pochodne kwasu benzoowego [6, 38]. Odpowiedzialne są one za wygaszanie wolnych rodników, ochronę lipidów i białek przed peroksydacją, jak również mają zdolność do che-

latowania jonów metali z grupy przejściowej, katalizujących reakcje utlenienia [93, 99, 117, 126]. Związki te chronią tym samym organizm człowieka przed stresem oksydacyjnym i zapobiegają rozwojowi przewlekłych chorób niezakaźnych m. in. miażdżycy naczyń oraz zmianom nowotworowym [7, 52].

Unikalną, występującą tylko w owsie, grupę pochodnych kwasów cynamonowych (p-kumarowego, ferulowego i kawowego) i kwasu antranilowego, 5-hydroksyantranilowego i 5-hydroksy-4-metoksyantranilowego stanowią awentramidy [128]. Grupa ta obejmuje co najmniej 25 różnych związków występujących w płatkach owsianych oraz 20 w łusce. Ich zawartość może dochodzić do 300 mg/kg [21, 29]. Różnorodność budowy chemicznej awentramidów wskazuje, że mogą one spełniać funkcje przeciwutleniaczy zarówno w układach polarnych, jak i niepolarnych [16]. Aktywność biologiczna syntetycznych awentramidów – tylko takie związki opisywano dotychczas w literaturze – przejawiała się działaniem przeciwalergicznym, przeciwhistaminowym i przeciwastmatycznym. Wymienione przejawy wiązać można z aktywnością przeciwutleniającą awentramidów [26].

Flawonoidy

Stanowią liczącą grupę związków zawierających w cząsteczce układ difenylopropanowy złożony z dwóch pierścieni benzoesowych, połączonych pierścieniem heterocyklicznym lub łańcuchem trójwęglowym. Są bardzo rozpowszechnione w świecie roślin i znacznie zróżnicowane pod względem struktury i właściwości. Ich wspólną cechą jest charakterystyczny szkielet węglowy C6 - C3 - C6. Flawonoidy charakteryzują się wieloma farmakologicznymi i biologicznymi właściwościami prozdrowotnymi. Są to przede wszystkim działania przeciwzapalne, przeciwalergiczne, przeciwzakrzepowe, przeciwwirusowe oraz przeciwnowotworowe, przeciwutleniające, diuretyczne, detoksykacyjne i wiele innych [66, 100].

Prozdrowotne właściwości flawonoidów wynikają głównie z ich funkcji przeciwutleniających i zdolności do modyfikowania enzymów odpowiedzialnych za działanie immunologiczne, kancerogenezę i transformację komórkową. Wiele flawonoidów hamuje peroksydację lipidów, poprawia czynność śródbłonna naczyniowego, hamuje agregację płytek krwi i napięcie mięśni otaczających tętnice w chorobach układu naczyniowego, a w zakresie zapobiegania nowotworom ogranicza uszkodzenia DNA, proliferację komórek i wzrost guzów [100]. Właściwości przeciwutleniające antocyjanów przejawiają się w regulacji metabolizmu kwasów tłuszczowych w komórkach wątroby oraz aktywności cytochromu P 450. Sezamina – jeden z najważniejszych związków tej grupy hamuje tworzenie aminorodnika nadadtlenkowego we krwi, jest także inhibitorem hydroksylazy tokoferolu [38, 54].

Z chwilą stwierdzenia udziału wolnych rodników w patogenezie przewlekłych chorób niezakaźnych wzrosło zainteresowanie związkami fenolowymi jako potencjal-

nymi przeciwutleniaczami [99, 109]. Poprzez grupy funkcyjne flawonoidy mogą tworzyć kompleksy z metalami. Hamują w ten sposób zdolność metali ciężkich do katalizowania reakcji utleniania i proces powstawania wolnych rodników. Polifenole reagując z jednoatomowym tlenem, unieczynniają go i ograniczają zdolność zapoczątkowywania wolnorodnikowych reakcji łańcuchowych [100]. Związki polifenolowe łatwo oddają wodór grupy hydroksylowej, ulegają utlenianiu, działając jako przeciwutleniacze. Redukują nadtlenki i wodorotlenki oraz unieczynniają wolne rodniki [91].

Flawonoidy, ze względu na różnice w budowie chemicznej, podzielono na: flawony, flawonole (katechiny i proantocyjanidyny), flawanony, flawanole, antocyjany, izoflawony i chalkony (forma pośrednia) [38, 89]. Podstawowe różnice strukturalne pomiędzy podgrupami flawonoidów polegają na odmiennym stopniu utlenienia pierścienia γ -piranowego.

W ziarniakach zbóż flawonoidy występują w bardzo małych ilościach. Ich obecność stwierdzono głównie w okrywie owocowo-nasiennej, komórkach aleuronowych, łusce (owsa) i czasem w zarodku [33]. Jedynie jęczmień zawiera większe ilości flawonoidów, głównie katechin oraz proantocyjanidyn [5, 112]. Monomery, dimery i trimery flawonoli – stanowią 58 - 68 % całkowitej puli polifenolowej [82]. Głównym związkiem polifenolowym w ziarniakach pszenicy, wyizolowanym już w latach 30. XX w., jest trycyna (5,7,4'-trihydroksy-3',5'-dimetoksy flawon) [3]. W przeciwieństwie do podstawowych zbóż (pszenica, żyto, jęczmień i owies) gryka wyróżnia się zdecydowanie pod względem występowania i zawartości flawonoidów [51, 120]. W łusce gryczanej (okrywie owocowej) stwierdzono występowanie 6 flawonoidów: rutyny, kwercetyny, orientyny, izorientyny, witeksyny i izowiteksyny, których sumaryczna zawartość dochodzi do 740 mg/kg suchej masy. Z kolei w kaszy gryczanej obecna jest tylko rutyna i izowiteksyna w ilościach do 188 mg/kg suchej masy [128].

Fitoestrogeny ziarniaków zbóż

Terminem fitoestrogeny określa się grupę związków pochodzenia roślinnego o budowie niesteroidowej, które wykazują duże powinowactwo do receptorów ludzkich estrogenów, dzięki czemu mogą one skutecznie konkurować z estrogenami o dostęp do receptorów. Do fitoestrogenów zalicza się izoflawony, lignany, kumestany i laktony kwasu rezorcyłowego. Związki te rozmieszczone są głównie w zewnętrznej warstwie ziarniaków, bogatej w błonnik pokarmowy oraz w warstwie aleuronowej, co ma duże znaczenie podczas procesu przemiału ziarna na mąkę.

W ziarniakach zbóż oraz w przetworach bogatych w błonnik zidentyfikowano lignany oraz niewielkie ilości izoflawonów. Spośród izoflawonów w okrywie owocowo-nasiennej ziarniaków pszenicy i owsa zidentyfikowano w formie wolnej oraz w postaci glikozydów genisteinę i daidzeinę [22, 119]. Główną grupę fitoestrogenów zbóż tworzą lignany – związki będące pochodnymi fenylopropanu (zbudowane są z 2 jednostek

fenylopropanowych). W ziarniakach zbóż stwierdzono obecność diglukozydu sekoizolarycyrezynolu (SDG) i matairezynolu (MDG). W wyniku hydrolizy uwalniane z nich jest sekoizolarycyrezynol (SECO) i matairezynol (MAT). Są to główne lignany zbóż, stąd też w literaturze spotyka się najwięcej danych o ich zawartości zarówno w ziarnie, jak i w otrębach. SECO i MAT nie wykazują aktywności estrogenowej, natomiast po demetylacji przez mikroflorę jelitową człowieka są przekształcane do enterodiolu oraz enterolaktonu [83]. Zawartość lignanów w ziarniakach zbóż jest niewielka i waha się od 2 do 7 mg/kg, przy czym najbogatszym ich źródłem jest żyto. Zawartość lignanów w zbożach jest zdecydowanie mniejsza niż w nasionach lnu, natomiast większa niż w warzywach i owocach, z wyjątkiem brokułów, marchwi, czosnku oraz truskawek i żurawiny [5, 83].

Fitosterole

Sterole należą do alkoholi alicyklicznych z grupy steroidów. Sterole roślinne (fitosterole) w błonach komórkowych roślin odgrywają analogiczną funkcję do tej, jaką pełni cholesterol w błonach komórkowych zwierząt. Dotychczas w literaturze opisano około 250 różnych fitosteroli, ale tylko kilka z nich ze względu na dużą zawartość w żywności ma istotne znaczenie [9, 59]. W ziarniakach zbóż oraz w przetworach zbożowych fitosterole stanowią niewielki udział frakcji niezmydlających się lipidów i występują w postaci wolnej, estrów lub glukozydów. Wśród estrów wymienia się połączenia fitosteroli z kwasami hydroksycynamonowymi, głównie z kwasem ferulowym i *p*-kumarowym. Do najważniejszych fitosteroli obecnych w ziarniakach zbóż należy β -sitosterol, stigmasterol, kampesterol, Δ^5 -awenasterol, Δ^7 -awenasterol oraz kampestanol i β -sitostanol. Dwa ostatnie związki reprezentują grupę steroli nasyconych, nazywanych fitostanolami.

Ziarniaki zbóż i ich części morfologiczne są bogatym źródłem fitosteroli. Głównym fitosterolem jest β -sitosterol, który stanowi 55 % wszystkich steroli obecnych w zbożach [18]. Najmniej fitosteroli zawiera owies [95]. Natomiast zawartość fitostanoli, występujących głównie w okrywie owocowo-nasiennej ziarniaków pszenicy i żyta, może osiągać 20 % wszystkich steroli. Małe ilości fitosteroli są również w gryce [68]. Zawartość fitosteroli w różnych częściach morfologicznych ziarniaków zbóż ma wpływ na ich zawartość w produktach przemiału, a w produktach przemiału z żyta i pszenicy jest dodatnio skorelowana z zawartością związków mineralnych w postaci popiołu [95]. Dostępne dane o zawartości fitosteroli i fitostanoli w zbożach i produktach zbożowych zamieszczono w tab. 2.

Fitosterole jako przeciwutleniacze zapobiegają procesom oksydacyjnym zachodzącym w tłuszczach jadalnych, przedłużając ich trwałość [36]. Ograniczają także niekorzystne zmiany zachodzące w tłuszczach podczas smażenia [15]. Prozdrowotne działanie fitosteroli jako składników diety przejawia się w obniżaniu poziomu chole-

sterolu we krwi poprzez zmniejszenie jego absorpcji w przewodzie pokarmowym. Fitosterole, zwłaszcza β -sitosterol, na skutek podobieństwa strukturalnego do cholesterolu, wywołuje w stosunku do niego silny efekt konkurencyjny prowadzący do obniżenia jego absorpcji w jelicie cienkim [59, 68].

Tabela 2

Zawartość głównych fitosteroli i fitostanoli ogółem w niektórych produktach zbożowych [mg/100 g s.m.].
Total contents of major phytosteroles and phytostanols in some cereal products [mg/100 g dm].

Materiał Material		β -Sitosterol β -Sitosterol	Kampesterol Campesterol	Stigmasterol Stigmasterol	Stanole Stanols	Suma Total
Pszenica Wheat	Zarodki pszenne Wheat germs	230,4 ^{1,2}	93,9 ^{1,2}	3,2 ^{1,2}	16,8 ²	344,3
	Otręby Bran	99,0 ¹	36,4 ¹	7,2 ¹	-	142,6
	Mąka pszenna Wheat flour	18,9 ^{1,2}	4,7 ^{1,2}	4,4 ^{1,2}	0,1 ²	28,1
Żyto Rye	Otręby Bran	42,0 ²	14,0 ²	2,4 ²	11,0 ²	69,4
	Mąka żytnia Rye flour	48,1 ^{1,2,3}	17,0 ^{1,2,3}	3,3 ^{1,2}	18,3 ^{2,3}	86,7
Owies Oat	Otręby Bran	36,3 ^{1,2}	6,3 ^{1,2}	1,7 ^{1,2}	2,0 ²	46,3
	Mąka owsiana Oat flour	28,0 ³	5,0 ³	-	3,0 ³	36,0
Jęczmień Barley	Mąka jęczmienna Barley flour	32,8 ¹	12,7 ¹	1,9 ¹	-	47,4
Gryka Buckwheat	Mąka gryczana Buckwheat flour	26,0 ²	8,8 ²	2,2 ²	14,5 ²	51,5

Źródło:/ Source: opracowanie własne na podstawie [¹ 18, ² 91, ³ 96] / the authors' study on the basis of [¹ 18, ² 91, ³ 96].

Fosforany inozytolu

Dominującą formą fosforanów inozytolu w ziarniakach zbóż i nasionach gryki jest heksafosforan mio-inozytolu zwany również kwasem fitynowym. Zawartość fosforanów inozytolu w zbożach nie jest stała i nawet w obrębie jednego gatunku może zmieniać się w zależności od warunków klimatycznych i stosowanego nawożenia, a fityna może występować w ziarniakach także w formie częściowo zhydrolizowanej [70, 102, 103]. W ziarnach pszenicy, jęczmienia, owsa i ryżu obecność heksafosforanu inozytolu została oznaczona w zakresie od 10,9 mg/g w życie do 7,1 mg/g w jęczmieniu [128].

Fosforanom inozytolu do niedawna przypisywano tylko negatywne właściwości, gdyż ograniczają one przyswajalność poliwalentnych kationów metali z powodu tworzenia kompleksów [45]. Wskutek tego, że kompleksy te są nierozpuszczalne, a także niedostatecznie hydrolizowane w przewodzie pokarmowym przez fitazę pochodzącą z flory bakteryjnej przewodu [58], zmniejsza się przyswajalność i wykorzystanie przez organizm ludzki makroelementów, takich jak: wapń i magnez oraz takich mikroelementów, jak: cynk, żelazo, miedź i mangan. Jednakże właśnie zdolność fosforanów inozytolu do chelatowania składników mineralnych o udowodnionym prooksydacyjnym charakterze działania sprawia, że zaliczane są do grupy przeciwutleniaczy. Antyoksydacyjne działanie heksafosforanu mio-inozytolu i prawdopodobnie jego niektórych niższych form polega na wiązaniu jonów metali ziem przejściowych, uniemożliwiając zachodzenie reakcji Fentona w jelicie grubym, gdzie bakterie jelitowe wytwarzają znaczne ilości anionorodnika ponadtlenkowego i nadtlenu wodoru [94].

Glutation i melatonina

Glutation (GSH, γ -L-glutamyl-L-cysteinyl-L-glicyna) jest powszechnie występującym tripeptydem obecnym w komórkach bakterii, roślin oraz zwierząt, gdzie spełnia wiele ważnych funkcji [112]. Wytwarzany jest głównie w cytosolu, mitochondriach, a u roślin także w plastydach. Jego stężenie w komórkach eukariotycznych waha się od 1 do 10 mmol/dm³ i w związku z tym reaguje skuteczniej z wolnymi rodnikami i innymi oksydantami niż inne przeciwutleniacze, które występują zazwyczaj w stężeniach dużo niższych [10]. Związek ten charakteryzuje się dwiema cechami. Po pierwsze, w jego cząsteczce występuje wiązanie peptydowe pomiędzy grupą γ -karboksylową glutaminy a grupą aminową cysteiny, dlatego też jest odporny na działanie wewnątrzkomórkowych peptydaz. Po drugie, w cząsteczce glutationu obecna jest grupa tiolowa należąca do reszty cysteinowej, która nadaje glutationowi aktywność przeciwutleniającą [10]. Dzięki niej glutation reaguje bardzo łatwo z wolnymi rodnikami nadtlenkowymi oraz z rodnikami organicznymi. Dodatkowo grupa tiolowa glutationu może reagować z ksenbiotykami w wyniku reakcji sprzęgania.

Ziarniaki zbóż zawierają niewielkie ilości glutationu [114]. Najwięcej GSH występuje w nasionach gryki (162 mg/kg), ziarniaki pszenicy zawierają o około 27 % mniej GSH, zaś w ziarniakach żyta zawartość tego związku odpowiada tylko połowie jego zawartości w gryce. Najmniej GSH występuje w ziarniakach owsa i jęczmienia [124]. Glutation obecny w produktach przemiału ziarna wpływa na właściwości otrzymanego z nich ciasta. Jako czynnik redukujący poprawia jakość glutenu, tym samym korzystnie wpływa na właściwości fizyczne ciasta [74, 75].

Melatonina, hormon stanowiący integralną część zegara biologicznego organizmu, w znaczących ilościach występuje również w ziarniakach zbóż [125, 126]. Jej

zawartość w ziarniakach zbóż jest większa w porównaniu z zawartością stwierdzoną w warzywach i owocach [127].

Zieliński i wsp. [128] stwierdzili występowanie znacznych ilości melatoniny w ziarniakach jęczmienia i owsa oraz w nasionach gryki (0,2 - 0,4 µg/kg), natomiast w ziarniakach pszenicy i żyta były one 2-3 razy mniejsze.

Obróbka mechaniczna ziarna zbóż a zawartość przeciwutleniaczy

Obróbka mechaniczna ziarna zbóż obejmuje procesy czyszczenia powierzchniowego, obłuskiwania (oddzielenie niepożądanych części bądź wydzielenie części ziarna, jak zarodki czy otręby) oraz procesy przemiału na mąkę. Mąki z pełnego przemiału ziarna niewiele różnią się pod względem składu chemicznego od ziarna, stąd ich produkcja nie prowadzi do strat przeciwutleniaczy [122]. Są one mieszaniną wszystkich części anatomicznych ziarna: bielma, warstwy aleuronowej, większej części okrywy owocowo-nasiennej oraz całego zarodka, co podwyższa ich wartość odżywczą. Mąki całoziarnowe ze względu na proces oksydacji lipidów pochodzących z rozdrobnionych zarodków mają krótszy okres przechowywania w porównaniu z mąkami gatunkowymi. Ponadto charakteryzują się ciemniejszą barwą [2, 34, 35, 56, 60]. W odróżnieniu od przemiału na mąki całoziarnowe przemiał ziarna na mąki gatunkowe (jasne) jest procesem złożonym i wieloetapowym. W produktach zbożowych gotowych do spożycia, charakteryzujących się dużym stopniem rozdrobnienia wynikającym z prowadzonego procesu technologicznego, związki bioaktywne i składniki odżywcze są bardziej dostępne dla enzymów trawiennych, przez co wzrasta ich przyswajalność.

Obserwowana obecnie zwiększająca się produkcja mąk z pełnego przemiału ziarna oraz większy udział produktów zbożowych pełnoziarnistych w codziennej diecie odpowiada aktualnym trendom związanym z zapotrzebowaniem konsumentów na żywność bogatą w związki przeciwutleniające [28]. Przeciwutleniacze zbóż są skoncentrowane w zewnętrznych częściach ziarniaka oraz w zarodku i dlatego te właśnie frakcje wykazują najwyższą pojemność przeciwutleniającą [125].

Pod względem żywieniowym obróbka mechaniczna ziarna zbóż związana z obłuskiwaniem i przemiałem na mąki wyciągowe (jasne), usuwająca zewnętrzne części ziarniaka (wraz z warstwą aleuronową) oraz zarodka, powodując utratę zarówno związków przeciwutleniających, jak i błonnika pokarmowego, oceniana jest przez dietetyków jako zjawisko negatywne [34, 47]. Straty substancji przeciwutleniających zachodzące podczas obróbki mechanicznej zbóż nie są jednak związane z procesami ich degradacji, substancje te przechodzą do frakcji otrąb, czyniąc je atrakcyjnym dla konsumenta pośrednim produktem przemiału ziarna.

Obróbka hydrotermiczna ziarna zbóż a zawartość przeciwutleniaczy

Obróbka hydrotermiczna odgrywa zasadniczą rolę w kształtowaniu ostatecznej wartości żywieniowej i sensorycznej bogatej gamy produktów zbożowych. Dla konsumenta ważne jest, aby produkty te miały pożądane walory sensoryczne, jak również dostarczały podstawowych składników odżywczych, witamin, makro- i mikroelementów oraz innych związków bioaktywnych, w tym przeciwutleniaczy [123].

Pierwsze kompleksowe badania dotyczące wpływu procesów termicznych na zawartość przeciwutleniaczy w zbożach przeprowadził Zieliński i wsp. [126]. Wykazali oni, że zawartość fenolokwasów, zwłaszcza kwasu ferulowego dominującego w ziarnie zbóż, wzrasta po procesie ekstruzji nawet pięciokrotnie, podczas gdy zawartość pozostałych związków przeciwutleniających (zredukowany glutation, inozytol, melatonina, tokoferole) gwałtownie zmniejsza się. Podobnie proces suszenia dojrzewających ziarniaków żyta wpłynął nieznacznie na zwiększenie ilości kwasu ferulowego w końcowej fazie dojrzewania tego ziarniaka [118]. Również karotenoidy są wrażliwe na procesy hydrotermiczne, które, oprócz zmniejszania ich zawartości w produkcie, mogą także prowadzić do pojawienia się różnych proporcji form izomerycznych, jak to ma miejsce w przypadku β -karotenu, który pod wpływem obróbki termicznej przechodzi z formy *trans* β -karotenu w formę *cis* β -karotenu. Guzman-Tello i Cheftel [41] stwierdzili ponadto 50 % redukcję zawartości *trans* β -karotenu po ekstruzji surowców pszennych zachodzącej w temperaturze od 125 do 200 °C.

Popularne obecnie w technologii żywności hydrotermiczne procesy ekstruzji, stosowane do przerobu surowców zbożowych, prowadzą do zróżnicowanej aktywności przeciwutleniającej otrzymanych produktów. Zmiany te zależą od temperatury i wilgotności wsadu do ekstrudera [39, 40].

Obróbka hydrotermiczna może prowadzić do obniżenia stopnia strawności bądź też do powstawania toksycznych lub mutagennych związków. Z drugiej jednak strony mogą powstawać związki, które charakteryzują się prozdrowotnymi właściwościami i oddziałują korzystnie na organizm człowieka. Podczas termicznego przetwarzania zbóż zachodzi szereg przemian chemicznych inicjowanych bezpośrednią reakcją pomiędzy grupą karbonylową lub hemiacetalową cukrów redukujących a grupą aminową aminokwasów lub peptydów. Proces ten jest bardzo złożony i prowadzi do powstania związków odpowiedzialnych za smak, zapach oraz atrakcyjność produktów spożywczych, a nosi nazwę reakcji Maillarda [84]. Podczas obróbki termicznej początkowo formowane w nich produkty przegrupowania Amadori mogą, w zależności od czasu i temperatury procesu, ulegać reakcjom degradacji do wysoce reaktywnych związków α -dikarbonylowych (glioksal, metyloglioksal). W wyniku ich reakcji z aminokwasami tworzą się dalsze produkty pośrednie zwane zaawansowanymi końcowymi produktami glikacji (AGEs – z ang. Advanced Glycation End-products), które w reakcji Steckera

ulegają degradacji do aldehydów [107]. AGEs są właściwie wynikiem glikooksydacji, ale mogą być również końcowymi produktami oksydacji lipidów (ALEs – z ang. Advanced Lipooxidation End-products) [57]. Większość AGEs została wyizolowana z układów modelowych, mniej natomiast z żywności (AGEs egzogenne) czy układów biologicznych (AGEs endogenne). Do tej pory nie udało się ustalić struktur chemicznych zaawansowanych końcowych produktów glikacji pochodzących z żywności (AGEs egzogenne) [80].

Ważnymi związkami powstającymi w reakcji Maillarda, obejmującymi cyklizację, dehydratację i kondensację są związki barwne. W zależności od ich masy cząsteczkowej dzieli się je obecnie na dwie klasy: związki niskocząsteczkowe oraz melanoidyny – wysokocząsteczkowe polimery lub kopolimery o masie do 100 000 Da [14]. Melanoidyny są szeroko rozpowszechnione w produktach żywnościowych, którym w wyniku obróbki termicznej nadają brązowy kolor i wpływają na ich jakość. W zależności od substratów biorących udział w ich wytworzeniu melanoidyny mogą obejmować związki złożone głównie ze szkieletu węglowodanowego z kilkoma pierścieniami nienasyconymi i związkiem azotowym lub związki mające strukturę białka połączoną z chromoforem [14]. Struktura chemiczna melanoidyn nie została do końca poznana pomimo udanych prób wyizolowania i oczyszczenia ich z kawy, sosu sojowego, ciemnego piwa i słodu [76]. Jednym z ważniejszych aspektów dotyczących występowania melanoidyn w żywności są ich właściwości przeciwutleniające, które mogą wpływać na długość okresu przechowywania produktów żywnościowych [79] oraz na procesy fizjologiczne zachodzące *in vivo*. Wiąże się to z działaniem melanoidyn jako substancji wykazujących działanie przeciwutleniające [86], antymutagenne [30], obniżające poziom cholesterolu [98] oraz stymulujące wzrost bakterii jelitowych [14]. Melanoidyny mogą być również alternatywą w antybiotykowej terapii stosowanej przeciw *Helicobacter pylori* [49]. Dotychczas poznany produkt końcowego etapu reakcji Maillarda, który budzi duże zainteresowanie wynikające z jego właściwości przeciwutleniających i przeciwnowotworowych jest pronylo-L-lizyna (2,4-dihydroksy-2,5-dimetylo-1-(5-acetoamino-5-metoksykarbonylopentyl)-3-okso-2H-pirol) [76, 110].

Podsumowanie

Produkty zbożowe spożywane są przez ludzi od wieków – najstarsze trawy o nasionach mączystych były znane już około 10 tysięcy lat temu. Współczesnemu człowiekowi zboża i ich przetwory dostarczają w codziennej racji pokarmowej około 30 % energii i białka oraz około 54 % węglowodanów. Oprócz składników energetycznych są one bogatym źródłem licznych substancji bioaktywnych. Część tych substancji, zarówno o charakterze odżywczym, jak i nieodżywczym, z uwagi na swą budowę chemiczną wykazuje właściwości przeciwutleniające.

Uwzględniając obecne zalecenia dietetyczne, wskazujące na zwiększenie spożycia produktów zbożowych pełnoziarnistych, badanie substancji przeciwutleniających zbóż jest aktualnie bardzo ważnym zagadnieniem naukowym. Zajmując się obecnością przeciwutleniaczy w ziarniakach zbóż oraz wpływem obróbki mechanicznej i hydrotermicznej na ogólną pulę związków przeciwutleniających, obecnych w produktach zbożowych, powinno się uwzględniać wszystkie korzystne i niekorzystne aspekty. Procesów hydrotermicznego przetwarzania zbóż nie należy rozpatrywać tylko z punktu widzenia niekorzystnych strat przeciwutleniaczy obecnych w wyjściowym surowcu, albowiem w ich trakcie ma miejsce powstawanie także nowych związków, takich jak produkty reakcji Maillarda, zidentyfikowane w produktach ekstrudowanych czy też w brązowej skórce chleba [13, 88]. Te ostatnie budzą szczególne zainteresowanie badaczy z uwagi na stwierdzoną ich aktywność przeciwutleniającą [32, 87]. Ponadto stwierdzenie pozytywnej korelacji pomiędzy zwiększonym spożyciem produktów zbożowych pełnoziarnistych a obniżeniem zachorowań na nowotwory i choroby układu krążenia wskazuje na kierunki dalszych badań w tej ważnej dla zdrowia społecznego dziedzinie [11, 12, 63, 108, 126].

Praca finansowana ze środków projektu MNiSzW nr 1885/B/P01/2008/35 oraz projektu REFRESH „Odblokowywanie potencjału Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności dla wzmocnienia integracji z Europejską Przestrzenią Badawczą i rozwoju regionu” w pakiecie „ZDROWIE - żywienie i środowisko dla zapewnienia komfortu życia”.

Literatura

- [1] Ahmed N.: Advanced glycation endproducts – role in pathology of diabetic complications. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 2005, **67**, 3-21.
- [2] Ambroziak Z.: Produkcja piekarsko-ciastkarska. Cz. 2. WSiP, Warszawa 1999.
- [3] Anderson J.A., Perkin A.G.: The yellow coloring matter of Khapli wheats, *Triticum dicoccum*. *Can. J. Res.*, 1932, **7**, 285-291.
- [4] Andlauer W., Furst P.: Does cereal reduce the risk of cancer? *Cereal Foods World*, 1999, **44** (2), 76-78.
- [5] Andlauer W., Furst P.: Antioxidative power of phytochemicals with special reference to cereals. *Cereal Foods World*, 1998, **5**, 356-360.
- [6] Andreasen M.F., Christensen L.P., Meyer A.S., Hansen A.: Release of hydrocinnamic and hydrobenzoic acids in rye by commercial plant cell wall degrading enzyme preparations. *J. Sci. Food Agric.*, 1999, **79**, 411-413.
- [7] Ball S.: Antyoksydanty w medycynie i zdrowiu człowieka. Wyd. Medyk, Warszawa 2001.
- [8] Barnes J., Davison A.: Resistance to air pollutants: from cell to community. In: *Handbook of Functional Plant Ecology*. F.I. Pugnaire and F. Valladares (eds). Marcel Dekker, Inc, USA, 1999, 735-770.
- [9] Bartosz G.: Rola antyoksydantów w homeostazie organizmu. Antyoksydanty w żywności – aspekty technologiczne i zdrowotne. *Mat. II Konf. Nauk. „Żywność a zdrowie”*. Łódź 1999, ss. 18-22.

- [10] Bartosz G.: Druga twarz tlenu. PWN, Warszawa 2004, ss. 156-157.
- [11] Baublis A.J., Lu C., Clydesdale F.M., Decker E.A.: Potential of wheat-based cereals as a source of dietary antioxidants. J. Am. Coll. Nutr., 2000, **19**, 308S-311S.
- [12] Bingham S.A., Atkinson C., Liggins J.: Phyto-o estrogens – where we now ? Br. J. Nutr., 1998, **79**, 393-406.
- [13] Borrelli R.C., Fogliano V.: Bread crust melanoidins as potential prebiotic ingredients. Mol. Nutr. Food Res., 2005, **49**, 673-678.
- [14] Borrelli R.C., Mennella C., Barba F.: Characterization of coloured compounds obtained by enzymatic extraction of bakery products. Food Chem. Toxicol., 2003, **41**, 1367-1374.
- [15] Boskou D., Morton I.: Effect of plant sterols on the rate of deterioration of heated oils. J. Sci Food Agric., 1976, **27**, 928-932.
- [16] Bratt K., Sunnerheim K., Bryngelsson S.: Avenanthramides in oats (*Avena sativa* L.) and structure-antioxidant activity relationships. J. Agric. Food Chem., 2003, **51**, 594-600.
- [17] Bravo L.: Polyphenols: chemistry, dietary source, metabolism and nutritional significance. Nutr. Rev. 1998, **56**, 317-333.
- [18] Bryngelsson S., Johnsson M., Normen L., Dutta P., Andersson H.: Plant sterols in cereals products. In: Bioactive inositol phosphates and phytosterols in foods. Sandberg A-S., Andersson H., Amado R. (Eds), COST 916, Second Workshop, Goteborg 1997, pp. 131-134.
- [19] Bunzel M., Ralph J., Martia J.M., Hatfield R.D., Steinhart H.: Diferulates as structural components in soluble and insoluble cereal dietary fibre. J. Sci. Food Agric., 2001, **81**, 653-660.
- [20] Chu K.O., Chan K.P., Wang C.C.: Green tea catechins and their oxidative protection in the rat eye. J. Agric. Food Chem., 2010, **58** (3), 1523-1534.
- [21] Collins F., McLachlan D., Blackwell B.: Oat phenolics: avenalumic acids, a new group of bound phenolics acids from oat groat and hulls. Cereal Chem., 1991, **68**, 184-189.
- [22] Cornwell T., Cohick W., Raskin I.: Dietary phytoestrogens and health. Phytochemistry, 2004, **65**, 995-1016.
- [23] Cieczot H.: Flawonoidy – naturalne antyoksydanty w naszej diecie. Żyw. Człow. i Metab., 2000, **27** (4), 372-383.
- [24] Decker E.A.: Antioxidant mechanism. In: Akoh C.C., Min D.B. (eds). Food Lipids. N. York: Marcel Dekker, 1998, pp. 397-421.
- [25] De Temmerman L., Vandermeiren K., D'Haese D.: Ozone effects on trees, where uptake and detoxification meet. Dendrobiology, 2002, **47**, 11-21.
- [26] Devlin J.P.A., Hargrave K.D.: Pulmonary and antiallergic drugs; design and synthesis. In: Pulmonary and Antiallergic Drugs., Devlin J.P.A. (eds), Wiley, Chichester 1985.
- [27] Dubbels R., Reiter R.J., Klenke E., Goebel A., Schnakenberg E., Ehlers C., Schiwara H.W., Schloot W.: Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. J. Pineal Res., 1995, **18**, 28-31.
- [28] Edge M.S., Jones J.M., Marquart L.: A new life for whole grains. J. Am. Diet. Assoc., 2005, **105** (12), 1856-1860.
- [29] Emmons C.L., Peterson D.M.: Antioxidant activity and phenolics content of oat as affected by cultivar and location. Crop Sci., 2001, **41**, 1676-1681.
- [30] Faist V., Erbersdobler H.F.: Metabolic transit and in vivo effects of melanoidins and precursors compounds deriving from a Maillard reaction. Annals Nutr. Metab., 2001, **45**, 1-12.
- [31] Faulks RM, Southon S.: Carotenoids, metabolism and disease. In: Wildman R.E.C. (edt) Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods, CRC Press LLC, Boca Raton, 2001, pp. 143-156.
- [32] Fogliano V.: Characterization of coloured compounds obtained by enzymatic extraction of bakery products. Food Chem. Toxicol., 2003, **41**, 1367-1374.
- [33] Gąsiorowski H.: Jęczmień – chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1997.

- [34] Gąsiorowski H.: Żyto – chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1994.
- [35] Gąsiorowski H.: Pszenica – chemia i technologia. PWRiL, Poznań 2004.
- [36] Gordon M., Magos P.: The effect of sterols on the oxidation of edible oils. *Food Chem.*, 1983, **10**, 141-147.
- [37] Graf F.: Antioxidant potential of ferulic acid. *Free Rad. Biol. Med.*, 1992, **13**, 435-448.
- [38] Grajek W (red.): Przeciwtleniacze w żywności – aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne. WNT, Warszawa 2007.
- [39] Gumul D., Korus J., Achremowicz B.: Influence of extrusion parameters on nutritional and non-nutritional components of new rye cultivars. *EJPAU*, 2007, **10 (1)**, 24.
- [40] Gumul D., Korus J., Achremowicz B.: Wpływ ekstruzji na zawartość polifenoli oraz aktywność przeciwrodnikową i przeciwtleniającą ziaren żyta (*Secale cereal* L.). *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2007, **6 (4)**, 103-111.
- [41] Guzman-Tello R., Cheftel J.C.: Colour loss during extrusion cooking of beta-carotene –wheat flour mixes as an indicator of the intensity of thermal and oxidative processing. *Intl. J. Food Sci. Technol.*, 1990, **25 (4)**, 420-434.
- [42] Halliwell B., Aeschbach R., Loliger J., Aruoma O.I.: The characterization of antioxidants. *Food Chem. Toxicol.*, 1995, **33 (7)**, 601-617.
- [43] Hanczakowski P.: Fenole – substancje antyodżywcze czy prozdrowotne. *Biul. Inf. IZ.*, 2002, **4**, 33-39.
- [44] Harborne J.B.: Ekologia biochemiczna. PWN, Warszawa 1997.
- [45] Harland B.F., Morris E.R.: Phytate: a good or bad food component. *Nutr. Res.*, 1995, **15**, 733-754.
- [46] Hasenkopf K., Rönner B., Hiller H., Pischetsrieder M.: Analysis of glycated and ascorbylated proteins by gas chromatography-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**, 5697-5703.
- [47] Heinio R.L., Liukkonen K.H., Katina K., Myllymaki O., Poutanen K.: Milling fractionation of rye produces different sensory profile of both flour and bread, *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 2003, **36**, 577-583.
- [48] Herrmann K.: Occurrence and content of hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acid compounds in foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1989, **28**, 315-347.
- [49] Hiramoto S., Itoh K., Shizuuchi S., Kawachi Y.: Melanoidin, a food protein-derived advanced Maillard reaction product, suppresses *Helicobacter pylori* *in vitro* and *in vivo*. *Helicobacter*, 2004, **9**, 429-435.
- [50] Hofmann T.: Studies on the relationship between molecular weight and the color potency of fractions obtained by thermal treatment of glucose amino acid and glucose/protein solutions by using ultracentrifugation and color dilution techniques. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46**, 3891-3895.
- [51] Holasova M., Fiedlerova V., Smrcinova H., Orsak M.: Buckwheat – the source of antioxidant activity in functional foods. *Food Res. Int.*, 2002, **35**, 207-211.
- [52] Hollman P.C.H.: Evidence for health benefits of plant phenols: local or systemic effects? *J. Sci. Food Agric.*, 2001, **81**, 842-852.
- [53] Horubała A.: Pojemność przeciwtleniająca i jej zmiany w procesach przetwarzania owoców i warzyw. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1999, **3**, 30-32.
- [54] Ide T., Kushiro M., Takahashi Y.: Sesamin, a sesame lignin, as a potential serum lipid-lowering food component. *JARQ*, 2003, **3**, 151-158.
- [55] Jacob R.A. The integrated antioxidant system. *Nutr. Res.*, 1995, **15 (5)**, 755-766.
- [56] Jankowski S.: Surowce mączne i kaszowe. WNT, Warszawa 1988, ss. 26-33.
- [57] Januszewski A.S., Alderson N.L., Metz T.O., Thorpe S. R., Baynes J.W.: Role of lipids in chemical modification of proteins and development of complications in diabetes. *Biochem Soc. Trans.*, 2003, **31**, 1413-1416.

- [58] Jany K.D.: Mechanisms of the degradation of inositol phosphates in the gut. In: Proceed. Int. Conf. Bioavailability: "Nutritional, Chemical and Food Processing Implications of Nutrient Availability", Ettlingen, Germany, 1993, pp. 58-62.
- [59] Jong A., Plat J., Mensink R.P.: Metabolic effects of plant sterols and stanols. *J. Nutr. Biochem.*, 2003, **14**, 362-369.
- [60] Jurga R.: Przetwórstwo zbóż. WSiP, Warszawa 1997, ss. 5-28.
- [61] Kaliora A.C., Dedoussis G.V.: Natural antioxidant compounds in risk factors for CVD. *Pharmacol. Res.*, 2007, **56**, 99-109.
- [62] Karamać M., Amarowicz R., Weidner S.: Antioxidant activity of rye caryopses and embryos extracts. *Czech. J. Food Sci.*, 2001, **20 (6)**, 209-214.
- [63] Knight I., Eden A.: A review of clinical effect of phyto-o estrogens. *Obstetrics and Gynecology*. 1996, **87**, 897-904.
- [64] Konopka I., Czaplicki S., Rotkiewicz D.: Differences in content and composition of free lipids and carotenoids in flour of spring and winter wheat cultivated in Poland. *Food Chem.*, 2006, **95**, 290-300.
- [65] Kopcewicz J., Lewak S.: Podstawy fizjologii roślin. PWN, Warszawa 1998, ss. 188-205.
- [66] Kozłowska K., Troszyńska A.: Rola naturalnych substancji nieodżywczych pochodzenia roślinnego jako składników żywności funkcjonalnej. *Żywność. Technologia. Jakość*, 1999, **4 (21)**, 63-74.
- [67] Krikorian R., Shidler M.D., Nash T.A., Kalt W.: Blueberry supplementation improves memory in older adults. *J. Agric. Food Chem.*, 2010, **58 (7)**, 3996-4000.
- [68] Krkoskova B., Mrazova Z.: Prophylactic components of buckwheat. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 561-568.
- [69] Lang R., Jebb S.A.: Who consumes whole grains and how much? *Proc. Nutr. Society*. 2003, **62**, 123-127.
- [70] Lantzsch H.J.: Untersuchungen über Ernährungsphysiologische Effekte des Phytats bei Monogastrischen (Ratte, Schwein). *Übers. Tierernährung*, 1990, **18**, 197-212.
- [71] Lawrence J., Machlin P.D.: Critical assessment of the epidemiological data concerning the impact of antioxidant nutrients on cancer and cardiovascular disease. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1995, **35**, 41.
- [72] Lehtinen P., Laakso S.: Antioxidative – like effect of different cereals and cereal fractions in aqueous suspension. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, **45**, 4606-4611.
- [73] Lempereur I., Rouau X., Abecassis J.: Arabinoxylan and ferulic acid variation in durum wheat (*Triticum durum*) and distribution in milling fractions. *J. Cereal Sci.*, 1997, **25**, 103-107.
- [74] Li W., Bollecker S.S., Schofield J.D.: Glutathione and related thiol compounds. I. Glutathione and related thiol compounds in flour. *J. Cereal Sci.*, 2004, **39**, 205-212.
- [75] Li W., Tsiami A.A., Bollecker S.S., Schofield J.D.: Glutathione and related thiol compounds. II. The importance of protein bound glutathione and related protein-bound compounds in gluten proteins. *J. Cereal Sci.*, 2004, **39**, 213-224.
- [76] Lindenmeier M., Faist V., Hofmann T.: Structural and functional characterization of pronyl-lysine, a novel protein modification in bread crust melanoidins showing in vitro antioxidative and phase I/II enzyme modulating activity. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**, 6997-700.
- [77] Lindenmeier M., Hofmann T.: Influence of baking conditions and precursor supplementation on the amounts of the antioxidant pronyl-L-lysine in bakery products. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52 (2)**, 350-354.
- [78] Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez L.: Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, **79**, 727-747.
- [79] Manzocco L., Calligaris S., Mastrocola D., Nicoli M.C., Lericci C.R.: Review of non enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 2001, **11**, 340-346.

- [80] Matiacevich S.B., Santagapita P.R., Buera P.M.: Fluorescence from the Maillard reaction and its potential applications in food science. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2005, **45** (6), 483-495.
- [81] McKeehen J.D., Busch R.H., Fulcher R.G.: Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) phenolic acids during grain development and their contribution to *Fusarium* resistance. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 1476-1482.
- [82] McMurrough I., Loughrey M.J., Hennigan G.P.: Content of (+)-catechin and proanthocyanidins in barley and malt grain. *J. Sci. Food Agric.*, 1983, **34**, 62-71.
- [83] Meagher L.P., Beecher G.R.: Assessment of data on lignan content of foods. *J. Food Compos. Anal.*, 2000, **13**, 935-947.
- [84] Michalska A., Zieliński H.: Produkty reakcji Maillarda w żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **2** (51), 5-16.
- [85] Miglio C., Chiavaro E., Visconti A., Fogliano V., Pellegrini N.: Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, 2008, **56**, 139-147.
- [86] Morales F.J., Jimenez-Perez S.: Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence. *Food Chem.*, 2001, **72**, 119-125.
- [87] Morales F.J., Jimenez-Perez S.: Peroxyl radical scavenging activity of melanoidins in aqueous systems. *Eur. Food Res. Technol.*, 2004, **218**, 515-520.
- [88] Nicoli M.C., Anese M., Parpinel M., Franceschi S., Leric C.R.: Loss and/or formation of antioxidants during food processing and storage. *Cancer Lett.*, 1997, **114**, 1-4.
- [89] Nijveldt R.: Flavonoids a review of probable mechanism of action and potential applications. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001, **74**, 418-425.
- [90] Oszmiański J.: Polifenole jako naturalne przeciwutleniacze w żywności. *Przem. Spoż.*, 1995, **3**, 94-96.
- [91] Parke D.V.: Nutritional antioxidants and disease prevention: mechanisms of action. In: Basu T.K., Temple N.J., Garg M.L., (eds): *Antioxidants in Human Health and Disease*. Wallingford, UK: CAB International, 1999, pp. 1-13.
- [92] Peterson D.M., Hahn M.J., Emmons C.L.: Oat avenanthramides exhibit antioxidant activities *in vitro*. *Food Chem.*, 2002, **79**, 473-478.
- [93] Phillippy B.Q., Graf E.: Antioxidant functions of inositol 1,2,3-trisphosphate and inositol 1,2,3,6-tetrakisphosphate. *Free Rad. Biol. Med.*, 1997, **22** (6), 939-946.
- [94] Piironen V., Toivo J., Lampi A.M.: Natural sources of dietary plant sterols. *J. Food Compos. Anal.*, 2000, **13**, 619-624.
- [95] Pryor W.A.: The antioxidant nutrients and disease prevention – what do we know and what do we need to find out? *Am. J. Clin. Nutr.*, 1991, **S53**, 391-393.
- [96] Quilez J., Garcia-Lorda P., Salas-Salvado J.: Potential uses and benefits of phytosterols in diet: present situation and future directions. *Clin. Nutr.*, 2003, **22** (4), 343-351.
- [97] Ragot F.I.J., Russel G.F., Schneeman B.O.: Effect of Maillard reaction products on bile acid-binding plasma and hepatic lipids and weight of gastrointestinal organs. *J. Agric. Food Chem.*, 1992, **40**, 1634-1640.
- [98] Rice-Evans C.A., Miller N.M., Paganda G.: Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic. Biol. Med.*, 1996, **20** (7), 933-956.
- [99] Rosicka-Kaczmarek J.: Polifenole jako naturalne antyoksydanty w żywności. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2004, **6**, 12-16.
- [100] Rybka K., Sitarska J., Raczyńska-Bojanowska K.: Ferulic acid in rye and wheat grain and grain dietary fibre. *Cereal Chem.*, 1993, **70**, 55-59.
- [101] Saastamoinen M., Plaami S., Kumpulainen J.: β -glucan and phytic acid content of oats cultivated in Finland. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.*, 1992, **42**, 6-11.

- [102] Salunkhe D.K., Kadam S.S.: Handbook of World Food Legumes: Nutritional, Chemistry, Processing, Technology and Utilization. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1989.
- [103] Sanchez-Moreno C., Cao G., Ou B., Prior R.L.: Anthocyanin and proanthocyanidin content in selected white and red wines. Oxygen radical absorbance capacity comparison with nontraditional wines obtained from highbush blueberry. J. Agric. Food Chem., 2003, **51**, 4889-4896.
- [104] Saura-Calixto F.: Antioxidant dietary fiber product: A new concept and a potential food ingredient. J. Agric. Food Chem., 1998, **46**, 4303-4306.
- [105] Serafini M., Bellocchio R., Wolk A., Ekstrom A.M.: Total antioxidant potential of fruit and vegetables and risk of gastric cancer. Gastroenterology, 2002, **123**, 985-991.
- [106] Silvan M.J., van de Lagemaat J., Olano A., del Castillo M.D.: Analysis and biological properties of amino acid derivatives formed by Maillard reaction in food. J. Pharmaceut. Biomed., 2006, **41**, 1543-1551.
- [107] Slavin J.L.: Mechanisms for the impact of whole grain foods on cancer risk. J. Am. Coll. Nutr., 2000, **19**, 300-307.
- [108] Smith I.K., Vierheller T.L., Thore C.A.: Assay of glutathione reductase in crude tissue homogenates using 5,5-di-thiobis (2-nitrobenzoic acid). Anal. Biochem., 1988, **175**, 408-413.
- [109] Somoza V., Wenzel E., Lindenmeier M., Grothe D.: Influence of feeding malt, bread crust, and a pronylated protein on the activity of chemopreventive enzymes and antioxidative defence parameters in vivo. J. Agric. Food Chem., 2005, **53**, 8176-8182.
- [110] Świdorski F., Kolanowski W.: Żywność funkcjonalna i dietetyczna. W: Żywność wygodna i żywność funkcjonalna. Red. F. Świdorski. WNT, Warszawa 1999, s. 28.
- [111] Tai CH-Y., Ho CH-T.: Influence of glutathione oxidation and pH on thermal formation of Maillard-type volatile compounds. J. Agric. Food Chem., 1998, **46**, 2260-2265.
- [112] Tamagawa K., Iizuka S., Ikeda A., Koike H.: Antioxidative activity of proanthocyanidins isolated from barley bran. J. Jap. Society Food Sci. Technol., 1999, **46**, 106-110.
- [113] Valencia E., Marin A., Hardy G.: Glutathione-nutritional and pharmacological viewpoints: Part IV, Nutrition, 2001, **17**, 783-784.
- [114] Van Drunen K.: Using dried fruits to add essential nutrients to cereals, bars and breads. Cereal Food World, 2002, **47**, 311-313.
- [115] Ververidis F., Trantas E., Douglas C., Vollmer G.: Biotechnology of flavonoids and other phenylpropanoid-derived natural products. Part I: Chemical diversity, impacts on plant biology and human health. Biotechnology Journal, 2007, **2**, 346-387.
- [116] Vitaglione P., Napolitano A., Fogliano V.: Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. Trends Food Sci. Technol., 2008, **19**, 451-463.
- [117] Weider S., Amarowicz R., Karamać M., Frączek E.: Changes in endogenous phenolic acids during development of *Secale cereale* caryopses and after dehydration treatment of unripe rye. Plant Physiol. Biochem., 2000, **38**, 595-602.
- [118] Wu Q., Wang M., Simon J.E.: Analytical methods to determine phytoestrogenic compounds. J. Chromatogr., 2004, **812**, 325-355.
- [119] Zielińska D., Zieliński H.: Low molecular weight antioxidants and other biologically active components of buckwheat seeds - invited review. Eur. J. Plant Sci. Biotechnol., 2009, **3**, (SI 1), 29-38.
- [120] Zieliński H.: Tocotrienols: distribution and sources cereals - role in human health. In: Tocotrienols: Vitamin E Beyond Tocopherols (eds. R. R. Watson & V. R. Preedy). CRC Press, Taylor & Francis Group; Boca Raton, FL, AOCS Press, 2009, pp. 23-42.
- [121] Zieliński H., Ceglińska A.: Wpływ obróbki mechanicznej na zawartość przeciwutleniaczy w ziarnach zbóż. W: Przewodnik w żywności – aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne. Red. W. Grajek. WNT, Warszawa 2007, ss. 467-470.

- [122] Zieliński H., Ceglińska A., Michalska A.: Przemiany przeciwutleniaczy w czasie obróbki hydrotermicznej ziarna zbóż i surowców zbożowych. W: *Przeciwutleniacze w żywności – aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne*. Red. W. Grajek. WNT, Warszawa 2007, ss. 478-484.
- [123] Zieliński H., Honke J., Troszyńska A., Kozłowska H.: The reduced/oxidised glutathione status as a potential index of oxidative stress in mature cereal grain. *Cereal Chem.*, 1999, **76** (6), 944-948.
- [124] Zieliński H., Kozłowska H.: Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 2008-2016.
- [125] Zieliński H., Kozłowska H., Lewczuk B.: Bioactive compounds in the cereal grains before and after hydrothermal processing. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2001, **2/3**, 159-169.
- [126] Zieliński H., Lewczuk B., Kozłowska H.: Melatonin in cereal grains as a potential cancer prevention agent. In: *Dietary Anticarcinogens and Antimutagens. Chemical and Biological Aspects*. I.T. Johnson and G.R. Fenwick (eds). The Royal Society of Chemistry, Athenaeum Press Ltd, Gateshead, Tyne and Wear, UK, 2000, pp. 266-273.
- [127] Zieliński H., Michalska A.: Występowanie przeciwutleniaczy w ziarniakach zbóż (pszenica, jęczmień, żyto i owies) i w nasionach gryki. W: *Przeciwutleniacze w żywności – aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne*. Red. W. Grajek. WNT, Warszawa 2007, ss. 187-201.
- [128] Zieliński H., Michalska A., Amigo-Benavent M., del Castillo M.D., Piskula M.K.: Changes in protein quality and antioxidant properties of buckwheat seeds and groats induced by roasting. *J. Agric. Food Chem.*, 2009, **57**, 771-4776.

ANTIOXIDANTS IN CEREAL GRAINS

S u m m a r y

Cereals grains are a rich source of biologically active compounds. They have antioxidant properties that depend on their chemical structure. This review paper depicted the physical and chemical composition of antioxidants, their chemical forms, and their contents in the grains of wheat, rye, oats, barley, and buckwheat. A general characteristic of the following groups of the antioxidants was represented: vitamins, carotenoids, phenolic compounds including phenolic acids and flavonoids, phytoestrogens, phytosterols, inositol phosphates, glutathione and melatonin, as was their role as antioxidants in preserving the homeostasis in human body. Discussed was the effect of milling grains and hydro-thermally processing them on the antioxidant potential of cereal-based products. The essential facts were provided on how new antioxidants were formed during the Maillard reaction after the hydrothermal treatment of cereal grains. Based on the constructive correlation as confirmed to exist between the consumption of whole grain products and the decreased occurrence level of non-communicable chronic diseases, as well as on the current dietary recommendations to increase the consumption of whole grain cereal products, the authors emphasize the necessity to pursue extended research into antioxidants in cereal grains and the health-promoting value of whole grain cereal products pursue.

Key words: antioxidants, oxidative stress, cereal grain, non-communicable diseases ☒

AGNIESZKA OBIEDZIŃSKA, BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK

OLEJE TŁOCZONE NA ZIMNO JAKO ŻYWNOŚĆ FUNKCJONALNA

Streszczenie

W okresie wzmożonego popytu na żywność „naturalną” w kategorii tłuszczów roślinnych konsumenci poszukują produktów, które nie są wytwarzane na drodze ekstrakcji olejów z nasion rozpuszczalnikami organicznymi oraz nie są poddawane późniejszej rafinacji chemicznej i fizycznej. Takimi produktami są oleje tłoczone na zimno, których spożycie może prowadzić do zahamowania bądź opóźnienia rozwoju dietozależnych chorób cywilizacyjnych, takich jak: otyłość, niedokrwienna choroba serca, nadciśnienie tętnicze. Wśród olejów tłoczonych na zimno można wyróżnić oleje pozyskane z nasion (len, lnianka, wiesiołek, ogórecznik lekarski, amarantus), pestek (dynia, czarna porzeczka), owoców (oliwki, owoce rokitnika), orzechów (laskowych, włoskich) czy kielków (pszenicy). Przede wszystkim są one źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych – linolowego i α -linolenowego. Ponadto oleje dostarczają składników bioaktywnych, jak: tokoferole i tokotrienole, sterole wolne i zesteryfikowane, węglowodory (skwalen), alkohole triterpenowe, karotenoidy i chlorofile oraz inne związki odpowiadające za barwę, które są składnikami bardzo cennymi pod względem żywieniowym. Udział tych składników w oleju zależy głównie od jakości, rodzaju surowca i jego odmian.

Słowa kluczowe: oleje tłoczone na zimno, składniki bioaktywne, kwasy tłuszczowe, sterole, tokoferole, skwalen

Wprowadzenie

Rosnąca świadomość konsumentów sprawia, że zaczynają oni przywiązywać coraz większą wagę do tych aspektów życia, które sprzyjają poprawie jego jakości. Dlatego też dieta, obok sposobu i warunków życia, jest jednym z najważniejszych czynników zdrowia człowieka i dobrego samopoczucia. Coraz częstszym wyborem konsumentów jest żywność o właściwościach prozdrowotnych, nazywana żywnością funkcjonalną. Została ona zdefiniowana w dokumencie końcowym programu badawczego FUFOS (ang. Functional Food Science in Europe) [17], finansowanego przez Komisję Europejską, jako: „Żywność może być uznana za funkcjonalną, jeżeli udo-

Mgr inż. A. Obiedzińska, dr hab. B. Waszkiewicz-Robak, prof. SGGW, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

wodniono jej korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji organizmu ponad efekt odżywczy, który to wpływ polega na poprawie stanu zdrowia oraz samopoczucia i/lub zmniejszaniu ryzyka chorób. Żywność funkcjonalna musi przypominać postacią żywność konwencjonalną i wykazywać korzystne oddziaływanie w ilościach, które oczekuje się, że będą normalnie spożywane z dietą – nie są to tabletki ani kapsułki, ale część składowa prawidłowej diety”. Podkreśla się, że korzystne oddziaływanie zdrowotne żywności funkcjonalnej powinno być udokumentowane badaniami naukowymi.

Do żywności funkcjonalnej można zaliczyć oleje tłoczone na zimno (OTZ), gdyż są bogatym źródłem antyoksydantów, takich jak: tokoferole i związki polifenolowe, przez co wykazują wysoką aktywność przeciwutleniającą. Zawierają także wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 i n-6 lub sterole, które wykazują działanie bioaktywne [44, 69, 75]. Ze względu na charakterystyczny smak i zapach dodaje się je zwykle do takich produktów, jak: ziemniaki, biały chudy ser czy jako sosy lub dressingi do sałatek [72]. Obok tradycyjnego, ogólnego przeznaczenia mogą być także stosowane jako składnik wzbogacający różne produkty (np. pieczywo, majonezy) w specyficzne składniki bioaktywne.

Pozyskiwanie olejów tłoczonych na zimno

Oleje tłoczone na zimno pozyskuje się z nasion i owoców roślin oleistych, które charakteryzują się zawartością tłuszczu większą niż 15 %. Wyjątkiem może być m.in. olej pozyskiwany z nasion amarantusa, w którym udział tłuszczu w nasionach wynosi od 4,9 - 8,1 % [56]. Na cechy jakościowe otrzymanego oleju lub tłuszczu roślinnego duży wpływ wywiera przynależność botaniczna rośliny. Na podstawie charakteru surowcowego i części botanicznej olej może być pozyskiwany z nasion (np. rzepaku, lnu, maku, ogórecznika, rokitnika), pestek (np. dyni, czarnej porzeczki, winogron), owoców (np. oliwek, rokitnika), orzechów (np. laskowych, włoskich, orzechów drzewa arganowego) lub kielków roślinnych (np. pszenicy) [55, 60].

Według Codex Alimentarius oleje tłoczone na zimno są to roślinne oleje i tłuszcze jadalne pozyskane w wyniku procesów mechanicznych, takich jak tłoczenie, wykluczając zastosowanie wysokiej temperatury. Mogą one być tylko oczyszczane poprzez wypłukiwanie wodą, sedymentację, filtrację bądź wirowanie. Przy pozyskiwaniu olejów i tłuszczów typu „virgin” dopuszczone jest zastosowanie temperatury w celu zwiększenia wydobycia frakcji tłuszczowej [12]. Tłoczenie oleju na zimno jest najstarszą naturalną metodą jego pozyskiwania, zaliczaną do ekologicznych, gdyż do jej przeprowadzenia nie są wykorzystywane żadne rozpuszczalniki. Odbywa się ono za pomocą pras hydraulicznych bądź ślimakowych wyposażonych w układ chłodzący. Jest to metoda stosunkowo prosta i nie wymaga dużych nakładów inwestycyjnych. Wysoka jakość olejów tłoczonych na zimno zależy od kilku czynników. Przede wszystkim od jakości surowca, na którą składają się takie cechy, jak: czystość, jedno-

rodność, brak uszkodzeń, czy odpowiednia dojrzałość surowca. Ważny jest moment, w którym surowiec jest zbierany. Na odpowiednią jakość surowca wpływają etapy poprzedzające tłoczenie, czyli: zbiór, suszenie, magazynowanie, okres między zbiorem a przetwórstwem [55, 60].

Składniki bioaktywne zawarte w olejach tłoczonych na zimno i ich właściwości prozdrowotne

Oleje tłoczone na zimno zawierają głównie triacyloglicerole (ok. 95 %) oraz niewielką ilość diacylogliceroli, monoacylogliceroli i wolnych kwasów tłuszczowych. Pozostałą część stanowi frakcja nieglicerolowa (niezmydlająca) – składająca się z komponentów wykazujących szeroki zakres zmienności ilościowej i jakościowej. Wśród nich można wymienić takie grupy związków, jak: fosfolipidy, tokoferole i tokotrienole, sterole wolne i zestryfikowane, węglowodory (skwaleń), alkohole triterpenowe, karotenoidy i chlorofile oraz inne związki odpowiadające za barwę, które są składnikami bardzo cennymi pod względem żywieniowym [21, 24, 64]. Udział tych składników w oleju zależy głównie od jakości, rodzaju surowca i jego odmian oraz warunków klimatycznych uprawy i zabiegów agrotechnicznych, jakim surowiec był poddawany [7]. Zarówno w OTZ, jak i olejach rafinowanych udział kwasów tłuszczowych nie zmienia się znacznie, natomiast udział frakcji nieglicerolowej ulega zmniejszeniu. Podczas procesu rafinacji następuje częściowe usunięcie frakcji niezmydlającej, np. tokoferoli, steroli czy związków polifenolowych [25, 71].

W tab. 1. przedstawiono charakterystyczne składniki bioaktywne występujące w wybranych olejach tłoczonych na zimno.

Kwasy tłuszczowe

Szczególna wartość olejów tłoczonych na zimno wynika z faktu, że są one bogatym źródłem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (JKT) oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WNKT) [21]. Do WNKT zaliczane są tzw. niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT), które nie są syntetyzowane przez organizm ludzki i muszą być dostarczane z pożywieniem. Są to: kwas α -linolenowy (ALA, 18 : 3, n-3), kwas linolowy (LA, 18 : 2, n-6) oraz kwas γ -linolenowy (GLA, C18 : 3, n-6) [2, 27, 60]. OTZ zawierającymi znaczące ilości WNKT LA i ALA są oleje: lniany (odpowiednio 15,82 i 56,93 %), z lnianki (13,85 i 38,8 %), rokitnikowy (37,33 i 23,13 %), z nasion malin (54,5 i 29,1 %) (tab. 2).

Kwasy te są dla organizmu prekursorami syntezy długołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Badania naukowe potwierdzają pozytywny wpływ WNKT na szereg procesów życiowych człowieka [73]. Kwasy tłuszczowe należące do rodziny n-3 przyczyniają się do zmniejszenia ryzyka wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych poprzez obniżenie poziomu triacylogliceroli i cholesterolu frakcji LDL we krwi. Uważa

się, że kwasy te obniżają także zachorowalność na choroby psychiczne, w tym depresję [2, 34].

Tabela 1

Wykaz bioaktywnych składników charakterystycznych dla olejów roślinnych.

List of bioactive compounds appearing characteristic for plant oils.

Oleje Oils derived from	Charakterystyczny składnik bioaktywny Characteristic bioactive compound	Przeciętna zawartość bądź udział procentowy w oleju Average content or percentage content in oil	Źródło Source
Z nasion lnu Flax seeds	kwasy α -linolenowy α -linolenic acid	51,8 - 60,42 %	10
	kwasy linolowy linoleic acid	15,17 - 17,44 %	
	plastochromanol-8 plastochromanol-8	34,8 - 55,3 mg/kg oleju / oil	
Z nasion wiesiołka Evening primrose seeds	kwasy γ -linolenowy γ -linolenic acid	8 - 14 %	26
	kwasy linolowy linoleic acid	70 - 75 %	
Z nasion rokitnika oraz z pulpy owocowej Seabuckthorn seeds and pulp	tokoferole tocopherols	100 - 300 mg/kg w oleju z nasion / oil from seeds 10 - 150 mg/kg w oleju z pulpy / oil from pulp	76, 78
	β -karoten β -carotene	20 - 100 mg/100 g w oleju z nasion / oil from seeds 100-500 mg/100 g w oleju z pulpy / oil from pulp	
Z nasion amarantusa Amaranthus seeds	skwalen squalene	6 - 8 %	31
Z nasion lnianki Camelina seeds	kwasy linolowy linoleic acid	30 - 40 %	48
	kwasy eikozenowy eicosenic acid	15 %	
Z nasion sezamu Sesame seeds	sezamina sesamin	0,5 - 1,1 %	20
Z nasion ryżu Rice bran	γ -oryzanol γ -oryzanol	1,5 - 2,9 %	42
Z pestek czarnej porzeczki Blackcurrant seeds	kwasy γ -linolenowy γ -linolenic acid	13 - 17 %	26
	tokoferole / tocopherols	120 - 250 mg/100 g	77
Z nasion żmijowca Viper's bugloss seeds	kwasy stearydynowy stearidonic acid	12,40 %	38
Oliwa z oliwek Olive Oil	kwasy oleinowy (n-9) oleic acid (n-9)	55 - 83%	20
	skwalen / squalene	0,7 %	31

c.d. Tab. 1

Z pestek malin Raspberry seeds	kwas α -linolenowy α -linolenic acid	29,1 - 32,4 %	77
Z pestek dyni Pumpkin seeds	skwalen squalene	0,89 %	31
Z pestek winogron Grape seeds	kwas linolowy linoleic acid	50,1 - 77,8 %	77
Z nasion czarnuszki Black caraway seeds	tymochinon thymoquinone	3,48 - 8,73 mg/g	35
Z nasion ogórecznika Borage seeds	kwas γ -linolenowy γ -linolenic acid	16 - 27 %	26
Z nasion rzepaku Rapeseeds	braskasterol brassicasterol	104 mg/100 g	47
	plastochromanol-8 plastochromanol-8	55 - 80 mg/100 g	

Oleje roślinne charakteryzujące się dużą zawartością kwasu oleinowego (18:1, n-9) to: oliwa z oliwek (78,1 %), olej rzepakowy (61,6 %) oraz olej z orzechów laskowych (82,72 %). Kwas oleinowy jest odpowiedzialny m.in. za obniżanie ciśnienia krwi oraz zmniejszanie ryzyka zachorowalności na raka piersi [8, 37, 68].

OTZ otrzymane z rokitnika, malin, lnu czy lnianki zawierają duże ilości kwasu α -linolenowego, który może być wykorzystany do tworzenia długołańcuchowych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 – kwasu eikozapentaenowego (EPA, 20 : 5) i kwasu dokozaheksaenowego (DHA, 22 : 6), *in vivo* poprzez elongację i desaturację. Głównymi właściwościami EPA i DHA jest obniżanie ryzyka zachorowania na nowotwory, choroby serca, nadciśnienie tętnicze czy upośledzenie układu immunologicznego [8].

W przypadku WNKT ważne jest zachowanie odpowiedniej proporcji udziału kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 do n-3 [59]. Udział ten powinien wynosić nie więcej niż 5 : 1, gdyż wpływa to na prawidłowość przemian metabolicznych w organizmie. Szczególnie istotna jest synteza WNKT z prekursorów kwasów LA i ALA, które konkurują ze sobą o te same enzymy (Δ^5 -desaturazę i Δ^6 -desaturazę) w przemianach wewnątrzustrojowych [9]. Olejem tłoczonym na zimno o pożądanym żywieniowo stosunku n-6 do n-3 (wynoszącym 2,3) jest olej rzepakowy [47]. Wśród olejów tłoczonych na zimno nie wykazano obecności izomerów trans kwasów tłuszczowych, natomiast w olejach rafinowanych poddawanych procesom rafinacji i dezodoryzacji możliwa jest obecność izomerów trans w ilościach ok. 1 % [20].

Tabela 2

Średni skład kwasów tłuszczowych wybranych olejów roślinnych.
Average fatty acid composition in selected vegetable oils.

Kwasy tłuszczowe [%] / Fatty acids [%]																						
Oleje / Oils	16:0	17:0	18:0	20:0	22:0	24:0	Σ NKT	16:1	17:1	18:1 n-9	20:1 n-9	22:1 n-9	24:1	Σ JNKT	18:2 n-6	18:3 n-3	18:3 n-6	18:4 n-3	20:2 n-6	Σ WNKT	n-6 n-3	n-6 n-3
Z nasion czarnej porzeczki Blackcurrant seeds	7,1	-	1,5	0,1	0,1	-	8,8	0,1	-	10,9	0,8	0,2	-	12	45,2	13,2	16,9	3,3	-	78,6	62,1	16,5
Z nasion wiesiolka Evening primrose seeds	5,98	-	1,84	0,3	0,1	0,04	8,26	0,05	-	7,2	0,19	-	-	7,44	73,87	0,28	9,74	0,07	-	83,96	83,61	0,35
Z nasion ogórecznika lekarskiego Borage seeds	10,28	-	3,76	0,22	-	-	14,26	0,24	-	15,82	3,98	2,58	1,58	24,2	37,04	0,22	23,52	0,18	0,2	61,16	60,76	0,4
Z nasion malin Raspberry seeds	2,7	-	1	-	-	-	3,7	-	-	12	-	-	-	12	54,5	29,1	-	-	-	83,6	54,5	29,1
Z nasion amarantusa Amaranthus seeds	20,4	0,1	3,9	0,8	0,3	-	26,4	0,4	0,7	32,1	0,3	-	-	34,7	38,2	0,7	-	-	-	38,9	38,2	0,7
Z nasion rokitnika Seabuckthorn seeds	9,27	0,16	2,47	1	0,1	-	13,41	0,59	0,1	25,02	0,44	-	-	26,15	37,33	23,13	-	-	tr	60,46	37,33	23,13
Z orzechów arganu Argan nuts	10,3	-	4,2	0,4	0,1	-	15,1	0,1	-	43,8	0,3	-	-	44,2	36,9	3,8	-	-	-	40,7	36,9	3,8
Oliwa z oliwek Olive oil	10,2	-	2,5	0,5	-	-	13,2	0,7	-	78,1	0,3	-	-	79,1	7,1	0,6	-	-	-	7,7	7,1	0,6
Z pestek winogron Grape seeds	7	-	3	0,3	-	-	10,3	0,1	-	22,1	-	-	-	22,2	67,2	0,5	-	-	-	67,7	67,2	0,5
Z pestek dyni Pumpkin seeds	13,41	-	9,96	-	-	-	23,54	0,44	-	20,38	-	-	-	20,82	55,64	0,2	-	-	-	55,84	55,64	0,2

Z nasion lnu Flax seeds	5,8	0,07	3,35	0,15	0,13	0,09	9,59	0,08	-	17,43	0,16	-	-	17,67	15,82	56,93	-	-	0,03	72,84	15,85	56,93	0,3
Z nasion lniarki Camelina seeds	5,4	-	2,45	-	-	-	7,85	-	-	12,85	15,55	2,95	-	31,35	13,85	38,8	-	-	-	52,65	13,85	38,8	0,4
Z nasion sezamu Sesame seeds	9,6	-	5	-	-	-	15,7	-	-	39,7	0,2	-	-	40,1	45	0,4	-	-	0,1	45,7	45,3	0,4	113
Z nasion czarnuszki Black caraway seeds	13,05	-	2,71	0,14	-	-	15,9	-	-	23,99	0,32	-	-	24,31	59,53	0,24	-	-	-	59,77	59,53	0,24	248
Z orzechów włoskich Walnuts	7,28	-	1,69	-	-	-	8,97	-	-	17,83	0,126	-	-	17,956	59,3	12,9	-	-	-	72,2	59,3	12,9	4,6
Z orzechów arachi- donowych Peanuts	12,5	-	2,5	0,5	-	-	15,5	-	-	37,9	0,7	1	-	39,6	41,3	0,3	-	-	-	41,6	41,3	0,3	138
Z nasion rzepaku Rape seeds	3,6	-	1,5	0,6	0,3	0,2	6,3	0,2	-	61,6	1,4	0,2	-	63,4	21,7	9,6	-	-	-	31,3	21,7	9,6	2,3
Z orzechów laskowych Hazelnuts	4,85	0,04	2,73	0,14	0,03	0,01	7,85	0,16	0,07	82,72	0,16	0,03	0,02	83,16	8,89	0,1	-	-	-	8,99	8,89	0,1	89

Źródło: opracowanie własne na podstawie: / Source: the authors' own study based on: [3, 5, 10, 15, 16, 26, 31, 35, 47, 49, 57, 76, 77, 80].

Sterole

Sterole są ważną grupą związków wśród steroidów. W roślinach związki te występują w formie wolnych steroli lub w formie estrów sterolowych, względnie stanolowych [39]. Fitosterole, występujące naturalnie w olejach roślinnych, wykazują zdolność do obniżania poziomu cholesterolu frakcji LDL we krwi poprzez redukcję absorpcji cholesterolu, co wpływa na zmniejszanie ryzyka wystąpienia chorób serca [29, 62]. Ponadto uważa się, że sterole wykazują właściwości przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, przeciwrzodowe, przeciwnowotworowe, a w odpowiednich warunkach nawet działanie przeciwutleniające [65]. Badania naukowe dowiodły, że spożycie 1,5 - 2 g steroli roślinnych lub stanoli obniża stężenie frakcji cholesterolu LDL w osoczu o 9 - 14 %, bez wpływu na poziom cholesterolu frakcji HDL i triacylogliceroli [30].

Tabela 3

Zawartość poszczególnych steroli oraz ich suma w wybranych olejach roślinnych.
Content of individual sterols and their total in selected vegetable oils.

Zawartość steroli [mg/100 g oleju] Content of sterols [mg/100 g of oil]	Oleje / Oils						
	rzepakowy rape seeds	z nasion słonecznika sunflower seeds	z nasion soi soybean seeds	z pulpy owoców rokit- nika seabuck- thorn pulp	z nasion lnu flax seeds	z nasion lnianki amellina seeds	oliwa z oliwek extra virgin olive oil
Brasikasterol Brassicasterol	104	nd	nd	-	2,4	27	tr
Kampesterol Campesterol	252	44	49	13,9	105	117	5,9
Stigmasterol	6	24	32		35	5,6	1,5
β -sitosterol	382	237	216	462,2 + lanosterol (tr)	206	300	120
Δ -5-avenasterol	24	20	26	97,3 + obtusifoliol (tr)	59	37	23
Inne / Others	-	-	-	306	281,6	24,4	105,6
Suma steroli Sterols in total	769	325	323	879,4	689	511	256

Objaśnienie: / Explanatory note:

nd – nie wykryto / not detected; tr – śladowe ilości / trace amounts.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: / Source: the authors' own study based on: [32, 53, 58].

Skład fitosteroli jest właściwy dla każdego z olejów roślinnych. Najczęściej występującymi sterolami roślinnymi są: β -sitosterol, stigmasterol, kampesterol i brassika-

sterol. W tab. 3. przedstawiono zawartość steroli w wybranych olejach roślinnych. Z danych wynika, że oleje roślinne charakteryzują się zróżnicowaną zawartością steroli pod względem ilościowym i jakościowym, a dominującym fitosterolem jest β -sitosterol, którego udział stanowi zazwyczaj 55 - 75 % sumy steroli. Przyczynia się do hamowania proliferacji nowotworów okrężnicy, prostaty i piersi [6]. Charakterystycznym steroidem występującym w oleju ryżowym jest γ -oryzanol, który stanowi 1,5 - 2,9 % i wykazuje silne właściwości przeciwutleniające oraz zmniejszające zawartość cholesterolu LDL [43].

Procesy rafinacji bądź zastosowanie hydrolizy termicznej steroli zestryfikowanych powodują zmniejszenie ich zawartości w olejach nawet o 20 % [54].

Tokoferole

Głównymi komponentami frakcji niezmydlającej olejów roślinnych obok steroli są tokoferole, które występują w zróżnicowanych ilościach w olejach. Są one naturalnymi przeciwutleniaczami, występującymi w czterech formach: α , β , γ , δ , które w zależności od formy wykazują zróżnicowaną aktywność przeciwutleniającą [58]. Tokochromanole wykazują zdolność wygaszania reaktywnych form tlenu oraz wolnych rodników. Zawartość tokochromanoli wyraża się jako ekwiwalent witaminy E. Spośród wszystkich tokochromanoli α -tokoferol wykazuje 100 % aktywności wit. E, następnie β -tokoferol 50 %, γ -tokoferol 25 %. W organizmie człowieka oprócz właściwości przeciwutleniających witamina E pośredniczy w przekazywaniu impulsów elektrycznych w komórce oraz wpływa na aktywność enzymów np. kinazy białkowej. Zwiększone dzienne spożycie witaminy E może korzystnie wpływać na przeciwdziałanie takim chorobom, jak: nowotwory (prostaty, jelita), miażdżyca, choroby układu krążenia, choroba Parkinsona lub choroba Alzheimera [46, 66].

W tab. 4. przedstawiono zawartość tokoferoli w wybranych olejach roślinnych tłoczonych na zimno oraz wykazano ich zróżnicowanie pod względem ilościowym i jakościowym. Oleje, które zawierają najwięcej tokoferoli to: sojowy, z pestek malin oraz z pestek czarnej porzeczki. Główną formą tokochromanolową występującą w olejach tłoczonych na zimno jest γ -tokoferol. Wyjątkiem może być na przykład olej z nasion ogórecznika lekarskiego, którego dominującą formą tokoferolową jest δ -tokoferol.

Procesy bielenia i rafinacji olejów mogą powodować straty tych składników bioaktywnych [67]. Należy wszakże uwzględnić, że tokoferole mogą występować w olejach roślinnych w formie zestryfikowanej aczkolwiek w dostępnej literaturze brak jest informacji na ten temat.

Tabela 4

Zawartość tokoferoli w wybranych olejach roślinnych tłoczonych na zimno.
Content of tocopherols in selected selected cold pressed oils.

Zawartość tokoferoli Content of Tocopherols [mg/kg oleju /of oil]	Oleje / Oils										
	z pestek czarnej porzeczki blackcurrant seeds	z nasion wiesiolka evening primrose seeds	z nasion ogórecznika lekarskiego borage seeds	z pestek malin raspberry seeds	z nasion lnu flax seeds	z pestek dyni pumpkin seeds	z nasion lnianki camelina seeds	z nasion żmijowca viper's bugloss seeds	z pestek winogron grape seeds	z nasion soi soybean seeds	z nasion rzepaku rape seeds
α -tokoferol α -tocopherol	20	194	tr	461	40	71,4	27	39,2	139,2	92,1	90,9
β -tokoferol β -tocopherol	8	-	-	nd	nd	-	-	-	-	-	-
γ -tokoferol γ -tocopherol	647	358	98	1440	800	423,1	674,3	199,3	3,2	1432,3	527,6
δ -tokoferol δ -tocopherol	68	19	1103	71	-	13,6	12,3	19,2	0,1	273,2	6,1
Suma / Total	1043	571	1111	1980	840	508,1	713,6	257,7	142,6	1797,6	624,6

Objaśnienie: / Explanatory note:

nd – nie wykryto / not detected; tr – śladowe ilości / trace amounts.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: / Source: the authors' own study based on: [1, 26, 38, 41,69].

Skwalen

Skwalen jest węglowodorem izopreneidowym o bardzo silnych właściwościach przeciwutleniających. Ze względu na prozdrowotne właściwości był tematem badań naukowych [14, 33]. Syntetyzowany przez człowieka z acetylo-CoA m.in. pełni funkcję prekursora w procesie syntezy cholesterolu, hormonów steroidowych, kwasów żółciowych czy witaminy D oraz wykazuje silną aktywność przeciwutleniającą dzięki zawartości 6 jednostek izoprenowych. Hamuje aktywność reduktazy HMG-CoA biorącej udział w cholesterologenezie [45]. Wspomaga transport tlenu do komórek oraz usuwanie ksenobiotyków, a także wykazuje działanie immunomodulujące oraz generuje opsonizację patogenów i ułatwia ich prezentację komórkom immunokompetentnym. Oprócz wyżej wymienionych funkcji skwalen jako składnik lipidowy skóry wykazuje właściwości antybakteryjne oraz przeciwgrzybiczne, ponadto chroni skórę przed peroksydacją lipidów wynikającą z ekspozycji na promienie ultrafioletowe [28, 61].

Głównym źródłem tego składnika bioaktywnego są wątroby rekinów i wielorybów, w których stanowi 70 - 80 % udziału we frakcji lipidowej [63]. Wśród olejów roślinnych skwalen występuje w znaczących ilościach w oleju z amarantusa (2,26 - 8 %), w oliwie z oliwek (0,7 %) i w oleju z pestek dyni (0,89 %) [31].

Bezpieczeństwo zdrowotne olejów tłoczonych na zimno

Bezpieczeństwo i jakość żywności wzbudzają szczególne zainteresowanie konsumentów. Obecność zanieczyszczeń chemicznych w żywności, w tym w olejach tłoczonych na zimno, jest jednym z podstawowych kryteriów oceny ich bezpieczeństwa zdrowotnego. Zanieczyszczenia te należą do grupy związków chemicznych powszechnie występujących w środowisku produkcji i przetwórstwa, jak i wynikają z nieprzestrzegania dobrych praktyk w tym środowisku. Spośród zanieczyszczeń należy wymienić środki ochrony roślin, fosfo- i chloroorganiczne pierwiastki, metale, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, chlorowane węglowodory (PCB, PCBC, dioksyny i furany) lub monomery przechodzące z opakowań [22, 23, 74]. OTZ zawierają śladowe ilości produktów oksydacji, zanieczyszczeń środowiskowych, pestycydów [22] oraz związków lotnych odpowiedzialnych za niepożądany smak i zapach [23]. Według rozporządzenia komisji (WE) nr 1881/2006 [50], ustalającego najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych, zawartość benzo(a)pirenu w olejach i tłuszczach nie może przekraczać 2 µg/kg, suma dioksyn 2,0 pg/g tłuszczu, a suma dioksyn i polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn 1,5 pg/g tłuszczu. W olejach tłoczonych na zimno dopuszczalny maksymalny poziom metali ciężkich wynosi: As – 0,1 mg/kg oleju, Pb – 0,1 mg/kg oleju i jest to poziom taki sam, jak dla olejów rafinowanych. Natomiast dopuszczalne maksymalne poziomy Fe i Cu w olejach tłoczonych na zimno są w wyższe i wynoszą odpowiednio 5 mg/kg i 0,4 mg/kg (w olejach rafinowanych odpowiednio: 1,5 mg/kg i 0,1 mg/kg) [13].

Nieodpowiednie zastosowanie olejów tłoczonych do smażenia może być przyczyną występowania znacznie podwyższonych zawartości akrylamidu i furanu oraz jego pochodnych w produkcie i oleju. Wymagania związane z dopuszczalnymi poziomami zanieczyszczeń chemicznych wynikają z prawa żywnościowego UE, a w szczególności rozporządzenia 1881/2006 [50] wraz z kolejnymi zmianami i uzupełnieniami. Ostatnio zwrócono uwagę na występowanie mikotoksyn – fumonizyn w oleju rzepakowym czy oliwie z oliwek [18] oraz estrów chloropropanoli, które powstają podczas procesów termicznej rafinacji olejów, aczkolwiek również prawdopodobne jest tworzenie się tych związków podczas procesów traktowania olejów tłoczonych parą wodną o zbyt wysokiej temperaturze.

Autentyczność i identyfikacja olejów

Na polskim rynku oleje tłoczone na zimno wciąż są produktami niszowymi. Dostępne są głównie w sklepach z tzw. żywnością ekologiczną. Ze względu na swoje właściwości żywieniowe i deklaracje zdrowotne, producenci olejów „naturalnie” tłoczonych na zimno muszą zapewnić ich autentyczność – identyfikowalność, by potencjalny konsument był pewny ich wysokiej jakości oraz bezpieczeństwa zdrowotnego.

Oleje tłoczone na zimno uważane są za bardziej „naturalne” niż poddane procesom przetwórczym, takim jak: ekstrakcja rozpuszczalnikami, bielenie, neutralizacja, dezodoryzacja i rafinacja. Zazwyczaj wydajność procesu tłoczenia oleju jest mniejsza niż w przypadku produkcji olejów rafinowanych, a ponadto wymagania surowcowe są wyższe, aby zapewnić im odpowiednią trwałość. Stąd i wyższa cena takich olejów. Stanowią one zatem pokusę dla nieuczciwych przedsiębiorców do mieszania drogich olejów z olejami tańszymi, celem uzyskania korzyści ekonomicznych.

W przypadku olejów jadalnych i tłuszczów spotyka się m.in. takie rodzaje zafałszowań, jak:

- dodatek tańszego oleju/tłuszczu,
- fałszowanie technologii produkcji,
- fałszowanie miejsca geograficznego pochodzenia produktu.

Dodawanie tańszych lub gorszych jakościowo olejów powoduje, że skład takiej mieszaniny w sposób istotny odbiega od deklarowanego składu oleju oryginalnego. Znany przykładami z tego zakresu są:

- dodawanie oleju słonecznikowego do oleju z orzeszków ziemnych,
- mieszanie oleju rzepakowego niskierynowego z wysokierynowym,
- dodatek rafinowanej oliwy z oliwek do oliwy ekstra virgin,
- dodatek oleju z ogórecznika do oleju z wiesiołka.

W celu zapewnienia wiarygodności wyników badań zafałszowań olejów roślinnych niezbędne jest zastosowanie metod analizy instrumentalnej. Metody te są pracochłonne i kosztowne, jednak istotne do potwierdzenia autentyczności produktów. Do wykrywania ww. zafałszowań stosuje się techniki chromatograficzne: chromatografię gazową (GC, GC/MS) i ciekłą (HPLC, HPLC/MS) oraz techniki spektroskopowe: spektrometrię masową (MS), spektroskopię magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), spektrofotometrię w podczerwieni (IR) [4, 11, 40, 70]. Techniki te sprzężone ze sobą też mogą być wykorzystane do badania zafałszowań. Skład chemiczny olejów tłoczonych na zimno charakteryzuje się wyjątkową różnorodnością, lecz w przypadku poszczególnych gatunków można określić wyróżniki, które będą charakteryzować dany olej. Badania zafałszowań obejmują głównie analizy:

- składu kwasów tłuszczowych – m.in. kwas palmitynowy jest używany jako wskaźnik zanieczyszczenia oleju bawełnianego olejem palmowym, a obecność

izomerów trans w olejach tłoczonych na zimno może świadczyć o zastosowaniu wysokiej temperatury podczas procesu technologicznego [74],

- składu triacylogliceroli – badanie występowania kwasów tłuszczowych podstawionych w pozycji sn-2 triacyloglicerolu. Nawet 1 % dodatek innego oleju może być wykryty poprzez stosunek różnych kwasów tłuszczowych zawartych w różnych pozycjach w triacyloglicerolach [4],
- zawartości steroli – m.in. widoczne różnice zawartości poszczególnych steroli są charakterystyczne dla różnych olejów, np. głównym steroidem oleju rzepakowego jest brassikasterol, a oliwy z oliwek β -sitosterol. Zwiększona zawartość oksyfityosteroli może wskazywać na zafałszowanie olejem rafinowanym [53],
- zawartości tokoferoli – m.in. do oznaczenia zafałszowań oliwy z oliwek olejem z orzechów laskowych, gdyż zawiera on głównie δ -tokoferol, który w oliwie z oliwek występuje w nieznacznych ilościach [36, 70, 74],
- zawartości 3,5-stigmastadienu, który powstaje podczas procesu rafinacji, a mianowicie dehydratacji β -sitosterolu [36].

Aktualnie, najlepiej chronionym prawnie olejem roślinnym w UE jest oliwa z oliwek o „dziewiczym charakterze” (olive oil extra virgin). W stosunku do różnych rodzajów oliwy ustanowiono w Unii Europejskiej bardzo dokładne specyfikacje jakościowe w rozporządzeniu Komisji EWG 2568/91 z 11 lipca 1991 roku [51], zmienione rozporządzeniem 1989/2003 [52], w celu zabezpieczenia produkcji oliwy wysokiej jakości, zapobiegania jej podrabianiu niższymi jakościowo gatunkami i ochrony producentów oliwy w krajach członkowskich wspólnoty (Włochy, Hiszpania, Portugalia, Francja i Grecja). Niewątpliwie podobne rozwiązania powinny dotyczyć olejów tłoczonych na zimno, a w szczególności zapewnieniu konsumenta o ich pochodzeniu, składzie i zgodności z deklaracjami prozdrowotnymi.

Podsumowanie

Występowanie różnorodnych substancji bioaktywnych w olejach tłoczonych na zimno powoduje, że spełniają one rolę żywności funkcjonalnej. Obecność niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, steroli czy tokoferoli sprawia, że mogą brać udział w prewencji lub przeciwdziałaniu chorobom cywilizacyjnym, jak choroby sercowo-naczyniowe, nowotworowe czy otyłość oraz opóźniać procesy starzenia. Dotychczas przeprowadzono wiele badań mających na celu ocenę jakości oraz wartości odżywczej różnych olejów tłoczonych na zimno. Spośród olejów tłoczonych na zimno, przedstawionych w powyższym opracowaniu, niektóre mają unikalny skład kwasów tłuszczowych (olej z nasion ogórecznika lekarskiego, lnu czy czarnej porzeczki), bądź charakteryzują się dużą zawartością tokoferoli (olej z pestek maliny) czy skwalenu (olej z nasion amarantusa). Skład chemiczny olejów tłoczonych na zimno determinuje ich potencjał prozdrowotny oraz ich zastosowanie. Przykładowo przy leczeniu zmian

atopowych skóry uzasadnione jest wykorzystanie oleju z ogórecznika lekarskiego [19], gdyż zawiera stosunkowo wysoką zawartość kwasu γ -linolenowego (18:3 n-6). Dla osób z wysokim poziomem cholesterolu LDL we krwi zasadne będzie regularne spożycie olejów zawierających dużo steroli oraz odpowiednią kompozycję nienasyconych kwasów tłuszczowych. Spożycie olejów tłoczonych na zimno powinno być na odpowiednim poziomie, by móc zbilansować spożycie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 i n-3. Według Simopoulos [59] stosunek tych kwasów powinien wynosić 4 : 1, a gdy wartość ta zostanie przekroczona to zmienia się metabolizm kwasów tłuszczowych. Kwas α -linolenowy i kwas linolowy zaczynają wtedy konkrować o te same enzymy w procesie elongacji i desaturacji do wielonienasyconych długołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Wydajność zastosowania metody tłoczenia na zimno jest mniejsza niż przy zastosowaniu temperatury czy rozpuszczalników, stąd dochodzi do fałszowania produktu ze strony producenta. Aby konsumenci mieli pełną wiedzę na temat olejów tłoczonych na zimno, producenci powinni dbać o najwyższą jakość produktów, a w szczególności zapewnić konsumenta o ich pochodzeniu, składzie i zgodności z deklaracjami prozdrowotnymi.

Literatura

- [1] Abuzaytoun R., Shahidi F.: Oxidative stability of flax and hemp oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2006, **83** (10), 855-861.
- [2] Achremowicz K., Szary-Sworst K.: Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **3** (44), 23-55.
- [3] Alasalvar C., Shahidi F., Ohshima T., Wanasundara U., Yurttas H.C., Liyanapathirana C.M., Rodrigues F.B.: Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.). 2. Lipid characteristics and oxidative stability. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 3797-3805.
- [4] Aparicio R., Aparicio-Ruiz R.: Authentication of vegetable oils by chromatographic techniques. *J. Chromatogr. A*, 2000, **881**, 93-104.
- [5] Aparicio R. Luna G.: Characterization of monovarietal virgin olive oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2002, **104**, 614-627.
- [6] Awad A.B., Fink C.S., Williams H., Kim U.: *In vitro* and *in vivo* (SCID mice) effects of phytosterols on the growth and dissemination of human prostate cancer PC-3 cells. *Eur. J. Cancer Prev.*, 2001, **10**, 507-513.
- [7] Berganza B.E., Moran A.W., Rodriguez G., Coto N.M., Santamaria M., Bressani R.: Effect of variety and location on the total fat, fatty acids and squalene content of amaranth. *Plant Food Hum. Nutr.*, 2003, **58**, 1-6.
- [8] Bourre J-M.: Dietary omega-3 fatty acids for women. *Biomed. Pharmacother.*, 2007, **61**, 105-112.
- [9] Burdge G.C.: Metabolism of α -linolenic acid in humans. *Prostag. Leukotr. Ess.*, 2006, **75**, 161-168.
- [10] Choo W-S., Birch J., Dufour J-P.: Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *J. Food Comp. Anal.*, 2007, **20**, 202-211.
- [11] Cserhádi T., Forgács E., Deyl Z., Miksik I.: Chromatography in authenticity and traceability test of vegetable oils and dairy products: a review. *Biomed. Chromatogr.*, 2005, **19**, 183-190.
- [12] Codex Alimentarius Commission: Fats, Oils & Related Products By Codex Alimentarius Commission - Codex Standard for Edible Fats and Oils not Covered by Individual Standards (CODEX

- STAN 19-1981, Rev. 2 - 1999).
- [13] Codex Alimentarius Commission: Codex General Standard for Contaminants and toxins in foods (CODEX STAN 193-1995, Rev. 3 - 2007).
- [14] Dhandapani N., Ganesan B., Anandan R., Jeyakumar R., Rajaprabhu D., Ezhilan R.A.: Synergistic effects of squalene and polyunsaturated fatty acid concentrate on lipid peroxidation and antioxidant status in isoprenaline-induced myocardial infarction in rats. *Afr. J. Biotechnol.*, 2007, **6(8)**, 1021-1027.
- [15] Dubois V., Breton S., Linder M., Fanni J., Parmentier M.: Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2007, **109**, 710-732.
- [16] El-Adawy T.A., Taha K.M.: Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, **49**, 1253-1259.
- [17] European Commission Community Research: Project Report: Functional food science in Europe, Volume 1; Functional food science in Europe, Volume 2; Scientific concepts of functional foods in Europe, Volume 3. EUR-18591, Office for Official Publications of the European Communities, L-2985, Luxembourg 2000.
- [18] Ferracane R., Tafuri A., Logieco A., Galvano F., Balzano D., Ritieni A.: Simultaneous determination of aflatoxin B₁ and ochratoxin A and their natural occurrence in Mediterranean virgin olive oil. *Food Addit. Contam. A*, 2007, **24(2)**, 173-180.
- [19] Foster R.H., Hardy G., Alany R.G.: Borage oil in the treatment of atopic dermatitis. *Nutrition*, 2010, **26**, 708-718.
- [20] Gunstone F.D.: Production and trade of vegetable oils. In: *Vegetable oils in food technology: Composition, Properties and Uses*. Ed. Gunstone F.D., Eds. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 2002, pp.1-17.
- [21] Gunstone F.D.: Vegetable Oils. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, vol 1. *Edible Oil and Fat Products: Chemistry, Properties, and Health Effects*, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 213-267.
- [22] Jankowski P.S., Obiedziński M.W.: Badania nad występowaniem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w rzepaku i produktach olejarskich. *Tłuszcze Jadalne*, 2000, **35 (3-4)**, 112-125.
- [23] Jankowski P.S., Karpiński R., Cozel A., Krygier K., Cieślak B., Bartnikowska E., Obiedziński M.W.: Badania porównawcze wybranych skażeń chemicznych w olejach roślinnych. *Rośliny Oleiste*, 1998, **19**, 279-289.
- [24] Kamal-Eldin A.: Minor Components of Fats and Oils. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, vol. 3. *Edible Oil and Fat Products: Specialty Oils and Oil*, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 319-359.
- [25] Kania M., Michalak M., Gogolewski M., Hoffmann A.: Antioxidative potential of substances contained in cold pressed soybean oil and after each phase of refining process. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2004, **3 (1)**, 113-121.
- [26] Kapoor R., Nair H.: Gamma Linolenic Acid Oils. In: *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, vol. 3. *Edible Oil and Fat Products: Specialty Oils and Oil*, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 67-119.
- [27] Karłowicz-Bodalska K., Bodalski T.: Nienasycone kwasy tłuszczowe, ich właściwości biologiczne i znaczenie w lecznictwie. *Post. Fitot.*, 2007, **1**, 46-56.
- [28] Kelly G.S.: Squalene and its potential clinical uses. *Altern. Med. Rev.*, 1999, **4 (1)**, 29-36.
- [29] Lagarda M.J., García-Llatas G., Farré R.: Analysis of phytosterols in foods. *J. Pharm. Biom. Anal.*, 2006, **41(5)**, 1486-1496.
- [30] Law M.R.: Plant sterol and stanol margarines and health. *West J. Med.*, 2000, **73**, 43-47.
- [31] León-Camacho M., García-González D.L., Aparicio R.: A detailed and comprehensive study of

- amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) oil fatty profile. Eur. Food Res. Technol., 2001, **213**, 349-355.
- [32] Li T.S.C., Beveridge T.H.J., Drover J.C.G.: Phytosterol content of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed oil: Extraction and identification. Food Chem., 2007, **101**, 1633-1639.
- [33] Liu Y., Xu X., Bi D., Wang X., Zhang X., Dai H., Chen S., Zhang W.: Influence of squalene feeding on plasma leptin, testosterone & blood pressure in rats. Indian J. Med. Res., 2009, **129**, 150-153.
- [34] Logan A.C.: Omega-3 fatty acids and major depression: A primer for the mental health professional. Lipids Health Dis., 2004, **3(25)**, 1-8.
- [35] Lutterodt H., Luther M., Slavin M., Yin J.-J., Parry J., Gao J.-M., Yu L.: Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils. LWT-Food Sci. Technol., 2010, **43**, 1409-1413.
- [36] Matuszewska M., Obiedziński M.W.: Określenie autentyczności oliwy z oliwek za pomocą składu kwasów tłuszczowych oraz zawartości 3,5 stigmastadienu. Tłuszcze Jadalne, 2001, **36 (3-4)**, 137-146.
- [37] Mendez J.A., Vellon L., Colomer R., Lupu R.: Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses Her-2/neu (erbB-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptin™) in breast cancer cells with Her-2/neu oncogene amplification. Ann. Oncol., 2005, **16 (3)**, 359-371.
- [38] Mińkowski K.: Studia nad stabilnością oksydacyjną olejów roślinnych bogatych w polienowi kwasy tłuszczowe o budowie trienowej. Rozprawa habilitacyjna. Roczniki IMPiT, 2008, tom XLVI/4.
- [39] Moreau R.A., Whitaker B.D., Hicks K.B.: Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: structural diversity, quantitative analysis, and health-promoting uses. Prog. Lipid Res., 2002, **41**, 457-500.
- [40] Obeidat S.M., Khanfar M., Obeidat W.M.: Classification of edible oils and uncovering adulteration of virgin olive oil using FTIR with the aid of chemometrics. Aust. J. Basic Appl. Sci., 2009, **3 (3)**, 2048-2053.
- [41] Oomah B.D., Ladet S., Godfrey D.V., Liang J., Girard B.: Characteristics of raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oil, Food Chem., 2000, **69**, 187-193.
- [42] Orthoefer F.T.: Rice bran oil. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, vol 2. Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 465-489.
- [43] Parish E.J., Li S., Bell A.D.: Chemistry of waxes and sterols. In: Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology Third Edition. Eds. Akoh C. C., Min D. B., CRC Press, Boca Raton 2008, pp. 99-124.
- [44] Parry J.W., Cheng Z., Moore J., Yu L.L.: Fatty acid composition, antioxidant properties, and anti-proliferative capacity of selected cold-pressed seed flours. J. Am. Oil Chem. Soc., 2008, **85**, 457-464.
- [45] Paśko P., Bednarczyk M.: Amaranth (*Amaranthus* sp.) – Possibilities of use in medicine. Bromat. Chem. Toksykol., 2007, **40 (2)**, 217-222.
- [46] Pham D.Q., Plakogiannis R.: Vitamin E Supplementation in Alzheimer's Disease, Parkinson's Disease, Tardive Dyskinesia, and Cataract: Part 2. Ann. Pharmacother., 2005, **39 (12)**, 2065-2072.
- [47] Przybylski R., Mag T., Eskin N.A.M., McDonald B.E.: Canola oil. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, vol 2. Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 61-122.
- [48] Przybylski R.: Flax Oil and High Linolenic Oils. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, vol 2. Edible Oil and Fat Products: Edible Oils, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 281-301.
- [49] Řezanka T., Řezanková H.: Characterization of fatty acids and triacylglycerols in vegetable oils by gas chromatography and statistical analysis. Anal. Chim. Acta, 1999, **398**, 253-261.

- [50] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych, zawartość benzo(a)pirenu w olejach i tłuszczach. Dz. Urz. 2006, L 364, 5-24.
- [51] Rozporządzenie (EWG) nr 2568/1991 w sprawie właściwości oliwy z oliwek i oliwy z wytlóczyn oliwek oraz w sprawie odpowiednich metod analiz. Dz. Urz. 1991, L 248/1, 368-452.
- [52] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1989/2003 z 6 listopada 2003 r. zmieniające rozporządzenie (EWG) nr 2568/91 w sprawie właściwości oliwy z oliwek i oliwy z wytlóczyn oliwek oraz w sprawie odpowiednich metod analiz. Dz. Urz. 2003, L295/57, 483-503.
- [53] Rudzińska M., Kuzuś T., Wąsowicz E.: Sterole i ich utlenione pochodne w olejach roślinnych rafinowanych i tłoczonych na zimno. *Rośliny Oleiste*, 2001, **22**, 477-493.
- [54] Rudzińska M., Uchman W., Wąsowicz E.: Plant sterols in food technology. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2005, **4 (1)**, 147-156.
- [55] Rutkowski A., Krygier K.: *Technologia i analiza tłuszczów jadalnych*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1979.
- [56] Saunders R.M., Becker, R.: *Amaranthus: A potential food and feed resource*. *Adv. Cereal Sci. Technol.*, 1984, **6**, 357-396.
- [57] Savage G.P., Dutta P.C., McNeil D.L.: Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1999, **76(9)**, 1059-1063.
- [58] Schwartz H., Ollilainen V., Piironen V., Lampi A-M.: Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. *J. Food Compos. Anal.*, 2008, **21**, 152-161.
- [59] Simopoulos A.P.: The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother.*, 2002, **56**, 356-365.
- [60] Sionek B.: Oleje tłoczone na zimno, *Roczniki PZH*, 1997, **48 (3)**, 283-294.
- [61] Stuchlík M., Žák S.: Vegetable lipids as components of functional foods. *Biomed. Papers*, 2002, **146 (2)**, 3-10.
- [62] Suhad S., Abuweis M., Peter J.H.: Jones cholesterol-lowering effect of plant sterols. *Curr. Atheroscler. Rep.*, 2008, **10**, 467-472.
- [63] Sun H., Wiesenborn D., Rayas-Duarte P.: Fractionation of squalene from amaranth seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1997, **74 (4)**, 413-418.
- [64] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4 (41) Supl.**, 5-28.
- [65] Szymańska R., Kruk J.: Fitosterole – występowanie i znaczenie dla człowieka. *Kosmos - Problemy Nauk Biologicznych*, 2007, **56 (1-2)**, 107-114.
- [66] Szymańska R., Nowicka B., Kruk J.: Witamina E – metabolizm i funkcje. *Kosmos - Problemy Nauk Biologicznych*, 2009, **58 (1-2)**, 199-210.
- [67] Tasan M., Demirci M.: Total and individual tocopherol contents of sunflower oil at different steps of refining. *Eur. Food Res. Technol.*, 2005, **220**, 251-254.
- [68] Terés, S., Barceló-Coblijn G., Benet M., Alvarez R., Bressani R., Halver Je., Escribá P.V.: Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2008, **105 (37)**, 13811-13816.
- [69] Tuberoso C.I.G., Kowalczyk A., Sarritzu E., Cabras P.: Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. *Food Chem.*, 2007, **103**, 1494-1501.
- [70] Ulberth F., Buchgraber M.: Authenticity of fats and oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2000, **102**, 687-694.
- [71] Verhé R., Verleyen T., van Hoed V., de Greyt W.: Influence of refining of vegetable oils on minor components. *J. Oil Palm Res.*, 2006, Special Issue, 168-179.
- [72] Wagner, F.S.: The health value of Styrian pumpkin-seed oil – science and fiction. *Cucurbit Genet. Coop.*, 2000, **23**, 122-123.

- [73] Watkins S.M., German J.B.: Unsaturated Fatty Acids. In: Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology Third Edition. Eds. Akoh C. C., Min D. B., CRC Press, Boca Raton 2008, pp. 513 - 538.
- [74] Wroniak M., Kwiatkowska M., Krygier K.: Charakterystyka wybranych olejów tłoczonych na zimno. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **2** (47), 46-58.
- [75] Yu L.L., Zhou K.K., Parry J.: Antioxidant properties of cold-pressed black caraway, carrot, cranberry, and hemp seed oils. Food Chem., 2005, **91**, 723-729.
- [76] Yang B., Kallio H.: Composition and Physiological effects of sea buckthorn ("Hippophae") lipids. Trends in Food Sci. Technol., 2002, **13**: 160-167.
- [77] Yu L.(L.), Parry J.W., Zhou K.: Oils from Herbs, Spices, and Fruit Seeds. In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products, vol. 3. Edible Oil and Fat Products: Specialty Oils and Oil, Ed. Shahidi F., Eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey 2005, pp. 233-258.
- [78] Zadernowski R., Naczek M., Amarowicz R.: Tocopherols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry oil. J. Am. Oil Chem. Soc., 2003, **80**, 55-58.
- [79] Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Lossow B., Nesterowicz J.: Sea-buckthorn lipids. J. Food Lipids, 1997, **4**, 165-167.
- [80] Zubr J.: Unique dietary oil from Camelina Sativa seed. Agrafood Ind.Hi-tech., 2009, **20** (2), 42-46.

COLD PRESSED OILS AS FUNCTIONAL FOOD

S u m m a r y

During the increased demand for "natural" food in the group of vegetable fats, consumers search for products other than those produced by extracting oils from seeds with the use of organic solvents or those undergoing subsequent chemical and physical refining processes. Cold pressed oils are such products, and when eaten, they can prevent or retard the development of diet-related lifestyle diseases such as obesity, coronary heart disease, and hypertension. Among the cold pressed oils, there are oils obtained from seeds (flax, camelina, evening primrose, borage, amaranthus, pumpkin, black currant), fruits (olives, sea buckthorn), nuts (hazelnuts, walnuts), or germs (wheat kernel). First of all, they are a rich source of unsaturated fatty acids, including essential fatty acids: linoleic and alpha-linolenic. Also, they provide bioactive compounds such as tocopherols and tocotrienols, free and esterified sterols, hydrocarbons (squalene), triterpenic alcohols, carotenoids, chlorophylls, and other compounds responsible for the colour, which are very valuable for human nutrition. The content level of those compounds in cold pressed oils mainly depends on the quality, the type, and the variety of raw substances.

The additives applied did not inhibit the production of primary lipid oxidation products (peroxides and hydroperoxides), and the thyme extract demonstrated a strong oxidation-supporting activity. An antioxidant activity of all the additives was observed with regard to the secondary lipid oxidation products denoted as TBARS. None of the additives showed any protective activity as regards the egzogenite amino acids. The highest loss of the available lysine was found in a sample with rosemary extract added; it amounted to nearly 51 %. The highest decrease in the content of available methionine, amounting to about 41 %, was reported in the samples with the thyme extract applied. The protective activity of anti-oxidants was found as regards the thiamine. In the samples with BHT and rosemary additives, significantly lower losses of this vitamin were found compared to the control sample.

Key words: cold pressed oils, bioactive compounds, fatty acids, sterols, tocopherols, squalene ☒

MARTA H. MIKŠ-KRAJNIK

ROLA PACIORKOWCÓW MLEKOWYCH I PAŁECZEK PROPIONOWYCH W PROCESIE DOJRZEWANIA SERA TYPU SZWAJCARSKO-HOLENDERSKIEGO

Streszczenie

Sery dojrzewające typu szwajcarsko-holenderskiego są serami produkowanymi z zastosowaniem paciorkowców fermentacji mlekowej: *Lactococcus* spp., *Leuconostoc* spp. oraz pałeczek propionowych *Propionibacterium* spp. Kultury starterowe oraz środowisko sera dojrzewającego tworzą bardzo złożony, a jednocześnie dynamiczny układ. Procesy biotechnologiczne zachodzące w matrycy sera dojrzewającego w warunkach przemysłowych zależą głównie od stanu fizjologicznego zastosowanych drobnoustrojów. Metabolizm komórek bakterii nadaje kierunek prowadzonym w środowisku przemianom biochemicznym i enzymatycznym, kształtując tym samym pożądane cechy produktu.

Słowa kluczowe: *Lactococcus*, *Propionibacterium*, sery dojrzewające typu szwajcarsko-holenderskiego, metabolizm

Wprowadzenie

Szczepki bakterii z rodzajów *Lactococcus* i *Propionibacterium* są komponentami szczepionek do serów typu szwajcarsko-holenderskiego, popularnych głównie na terenie Polski, oraz norweskiego sera Jarlsberg [24, 28]. Dodatkowym komponentem szczepionek często są również bakterie z rodzaju *Leuconostoc*. Większość publikacji w literaturze światowej traktuje o wzajemnych interakcjach międzyszczepowych w serze dojrzewającym typu szwajcarskiego i dotyczy rodzajów: *Lactobacillus*, *Streptococcus* i *Propionibacterium* [15, 26].

Charakterystyka bakterii fermentacji mlekowej i propionowej

Bakterie fermentacji mlekowej *Lactococcus* spp.

Lactococcus spp. to gramdodatnie paciorkowce nieruchliwe, nieprzetrawiające, względnie beztlenowe, prowadzące homofermentację mlekową, należące do typu *Firmicutes*. Obecnie do rodzaju *Lactococcus* zaliczanych jest pięć gatunków: *L. garvieae*, *L. lactis* (podgatunki *lactis*, *cremoris*, *hordniae*), *L. piscium*, *L. plantarum* i *L. raffinolactis* [30]. Jednak w mleczarstwie zastosowanie znalazły: *L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis*. Naturalnym środowiskiem występowania szczepów *L. lactis* subsp. *lactis* są rośliny zielone, natomiast pochodzenie szczepów *L. lactis* subsp. *cremoris* nie zostało dotychczas potwierdzone [3].

Szczepy *L. lactis* można różnicować biochemicznie na podstawie zdolności do syntezy amoniaku z argininy, zdolności do metabolizowania cytrynianów z wytworzeniem diacetylu oraz oporności na wyższe wartości temperatury i stężenia NaCl. Szczepy *L. lactis* subsp. *lactis* wzrastają w temp. 40 °C oraz przy stężeniu 4 % NaCl, a także hydrolizują argininę, natomiast *L. lactis* subsp. *cremoris* tych cech nie wykazują. *L. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis* metabolizuje cytryniany z wytworzeniem diacetylu i innych produktów [23]. Badania z zastosowaniem technik molekularnych: hybrydyzacji DNA-DNA, analizy genów sekwencji małej podjednostki rybosomu (SSU, ang. *small subunit*) rRNA oraz metody fingerprinting PCR dowiodły występowanie dwóch linii genetycznych [23].

Bakterie fermentacji propionowej *Propionibacterium* spp.

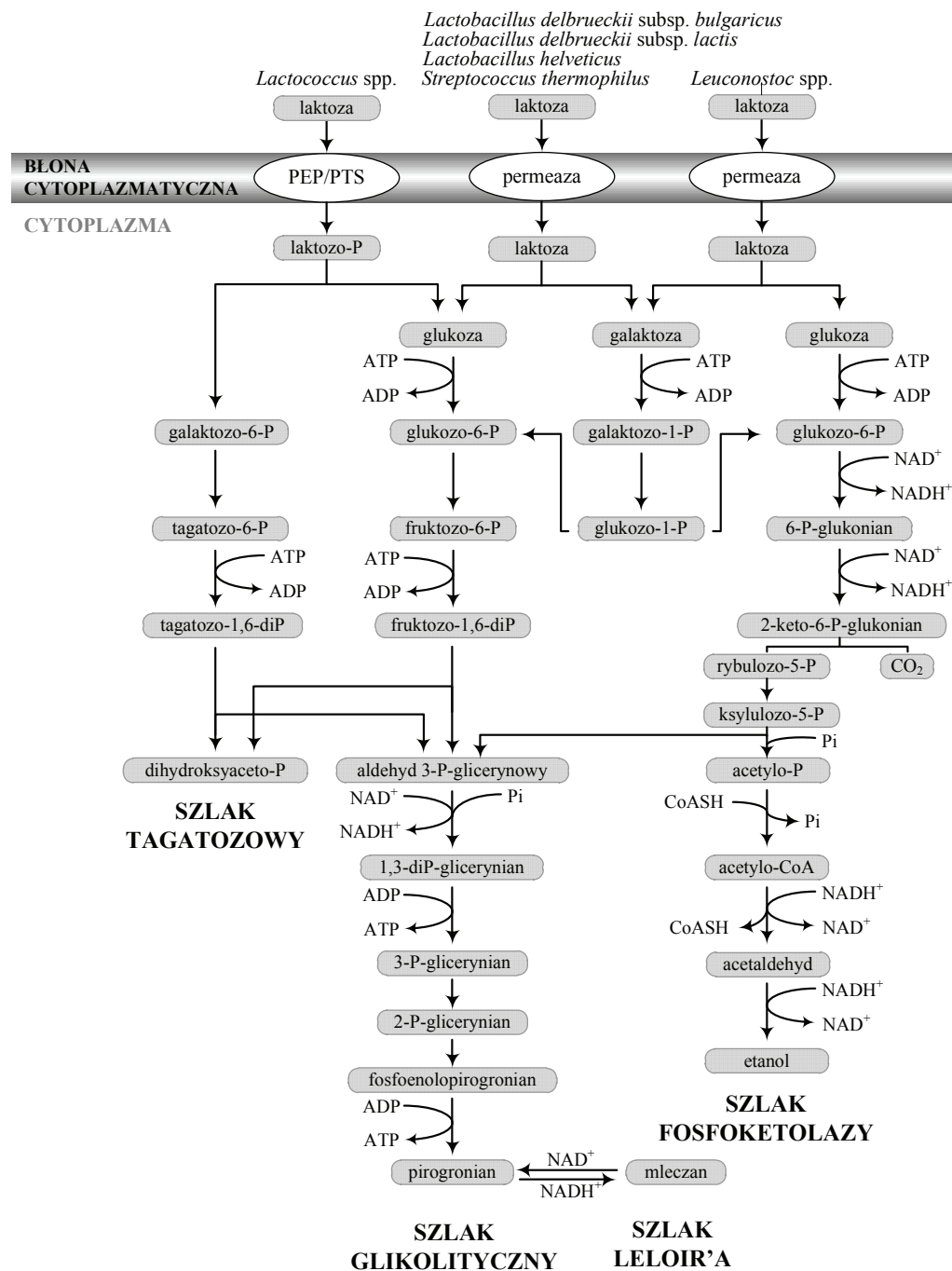
Propionibacterium spp. to gramdodatnie pleomorficzne pałeczki, niewykazujące zdolności ruchu, nieprzetrawiające, beztlenowe lub względnie beztlenowe, katalazododatnie, prowadzące fermentację propionową, należące do typu *Actinobacteria*. Rodzaj *Propionibacterium* składa się z przedstawicieli dwóch grup szczepów pochodzących z różnych środowisk. Pierwszą grupę tworzą szczepy zazwyczaj izolowane z ludzkiej skóry i potocznie nazywane jako „skórne” lub „grupa *acnes*” (*P. acnes*, *P. avidum*, *P. granulosum*, *P. propionicum*, *P. acidifaciens*). Drugą grupę stanowią mikroorganizmy izolowane z mleka i produktów mlecznych, określane mianem grupy „klasycznej” lub „mlecznej”. Do grupy klasycznych bakterii propionowych zalicza się cztery gatunki: *P. freudenreichii*, *P. acidipropionici*, *P. jensenii* i *P. thoenii* [21]. Ostatnio opisano również szczepy pochodzące z nowych biotopów: *P. cyclohexanicum*, *P. microaerophilum* i *P. australiense*, wyizolowane odpowiednio z zepsutego soku pomarańczowego [17], ze ścieków pochodzących z młyna do wyrobu oliwy z oliwek [16], z miejscowych zmian ziarninowych u bydła [5]. Analiza sekwencji genów 16S rRNA wykazała filogenetyczne pokrewieństwo szczepów *P. cyclohexanicum*

i *P. australiense* do *P. freudenreichii*, podczas gdy *P. microaerophilum* jest spokrewniony z *P. acidipropionici* [5, 16, 17]. Jednak żaden nowy gatunek nie został dotychczas wyizolowany z produktów mleczarskich.

Znaczenie bakterii fermentacji mlekowej i propionowej w procesie dojrzewania sera

W pierwszych etapach produkcji serów typu szwajcarskiego i szwajcarsko-holenderskiego laktoza ulega przekształceniu w kwas mlekowy z udziałem kultur starterowych odpowiednio: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* i/lub *Lactobacillus bulgaricus* oraz *Lactococcus lactis* i *Leuconostoc mesenteroides* [18, 24]. Po procesie dogrzewania gęstwa serowa jest prasowana, a gotowe bloki sera solone w solance. Sery typu szwajcarskiego i szwajcarsko-holenderskiego w warunkach przemysłowych dojrzewają dwustopniowo, w temp. 10 - 14 °C w tzw. zimnej dojrzewalni (zazwyczaj przez 1 - 2 tygodnie), celem wyrównania stężenia soli w całej objętości bloku; następnie w tzw. ciepłej dojrzewalni w temperaturze 16 - 22 °C (sery szwajcarsko-holenderskie) lub 20 - 24 °C (sery szwajcarskie), do końca okresu dojrzewania (do około 2 miesięcy). W pierwszym etapie dojrzewania komórki bakterii fermentacji mlekowej ulegają stopniowej lizie, uwalniając enzymy wewnątrzkomórkowe, które wpływają na dalszy rozkład związków sera podczas procesu dojrzewania. Natomiast w drugim etapie bakterie fermentacji propionowej wytwarzają kwasy organiczne wpływające na smak sera oraz CO₂ powodujący charakterystyczne oczkowanie. Wzajemne interakcje międzyszczepowe *Propionibacterium* spp. i *Lactobacillus* spp. w serach dojrzewających typu szwajcarskiego mają charakter komensalizmu [3, 15]. Przyrost liczby bakterii *Propionibacterium* spp. w drugim etapie dojrzewania tłumaczony jest wykorzystaniem mleczanów syntetyzowanych przez pałeczki *Lactobacillus* spp. oraz stopniem ich aktywności proteolitycznej [22].

Bakterie gatunku *Lactococcus lactis* prowadzą homofermentację mlekową głównie poprzez szlak glikolityczny (rys. 1) z wytworzeniem produktu głównego kwasu L(+) mlekowego oraz śladowych ilości innych metabolitów lotnych: kwasu octowego, etanolu, CO₂ oraz czasem acetoiny [25]. Paciorkowce *Lactococcus lactis* metabolizują laktozę, której transport przez błonę cytoplazmatyczną odbywa się za pośrednictwem systemu PEP/PTS – fosfoenolopirogronian/fosfotransferaza. Na system PEP/PTS składają się dwie grupy białek. Pierwsza grupa białek związana jest z błoną cytoplazmatyczną komórki bakterii i zawiera: enzym I i niskocząsteczkowe, termostabilne białko HPr. Druga składa się z komponentów specyficznych wobec laktozy: umiejscowionego w cytoplazmie LacE i rozpuszczalnego w wodzie nośnika fosforu LacF. Nośniki umiejscowione w błonie cytoplazmatycznej łączą się z laktozą, przenoszą ją przez błonę, a następnie katalizują przeniesienie na nią grup fosforanowych z HPr. Równolegle grupa fosforanowa jest przekazywana przez enzym I do białka HPr.



Rys. 1. Szlaki metaboliczne fermentacji mlekowej; za zgodą © John Wiley and Sons [25].

Fig. 1. Metabolic pathways of lactic acid fermentation; with permission of © John Wiley and Sons [25].

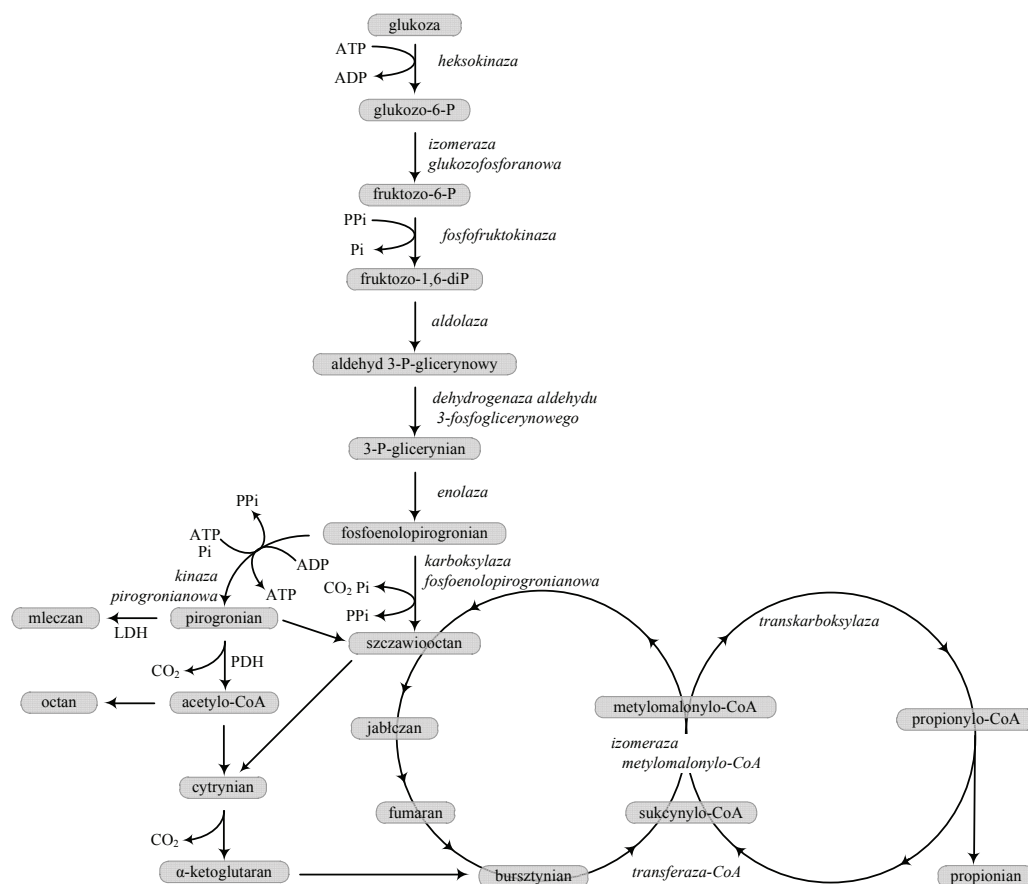
Szczepy podgatunku *lactis* (var. *diacetylactis*) mają dodatkowo plazmid *citP* kodujący enzym – permeazę cytrynianową P, odpowiedzialny za transport cytrynianów do wnętrza komórki [11]. W wyniku katabolizmu cytrynianów powstają diacetyl, acetoina, CO₂. Bakterie *Lactococcus lactis* mają zdolność degradacji kazeiny dzięki, zawartej w błonie cytoplazmatycznej, proteinazie serynowej (PrtP) [6]. Powstałe w wyniku hydrolizy peptydy są następnie transportowane za pośrednictwem systemu transportu oligopeptydów (Opp). Obecność opisanych systemów i enzymów w komórce bakterii z rodzaju *Lactococcus* jest kluczowe dla ich wzrostu w mleku i serach dojrzewających [13].

Aktywność i rozwój bakterii fermentacji mlekowej obniża potencjał oksydoredukcyjny środowiska rozwojowego, stwarzając odpowiednie warunki rozwoju bakterii propionowych. Obniżony potencjał oksydoredukcyjny w serze zwiększa aktywność metaboliczną *Propionibacterium* spp., a w szczególności wpływa na udział syntetyzowanych przez nie kwasów octowego (C₂) i propionowego (C₃) [14]. Przebieg fermentacji propionowej można zapisać ogólnymi równaniami chemicznymi w zależności od substratu:

- glukoza $3C_6H_{12}O_6 \rightarrow 4CH_3CH_2COOH + 2CO_2 + 2H_2O + 12ATP$
- kwas mlekowy $3CH_3CHOHCOOH \rightarrow 2CH_3CH_2COOH + CH_3COOH + H_2O + CO_2 + 3ATP$

Teoretycznie *Propionibacterium* spp. syntetyzują z 1,5 mola glukozy lub 3 moli kwasu mlekowego: 2 mole kwasu propionowego (C₃), 1 mol kwasu octowego (C₂) i 1 mol CO₂. Wyższy zysk energetyczny *Propionibacterium* spp. uzyskują w wyniku fermentacji cukrów prostych niż kwasu mlekowego. W komórce heksozy zostają włączone w szlak Embdena – Meyerhorfa – Parnasa (EMP) (rys. 2). Papoutsakis i Meyer [20] zasugerowali również możliwość przemian glukozy w szlaku heksozomonofosforanowym (HMP). W obydwu szlakach dochodzi do przekształcenia glukozy do pirogronianu, jednak w warunkach beztlenowych dominuje szlak EMP [22]. Wszystkie bakterie z rodzaju *Propionibacterium*, z wyjątkiem *P. freudenreichii* subsp. *freudenreichii*, charakteryzuje zdolność do hydrolizy laktozy determinowana obecnością enzymu β-D-galaktozydazy [22]. Jednakże u bakterii propionowych nie stwierdzono aktywności enzymu odpowiedzialnego za transport laktozy do wnętrza komórki – fosfo-β-D-galaktozydazy powiązanej z systemem fosfotransferazy (PTS) i aktywowanej przez fosfoenolopirogronian (PEP) – PEP/PTS. Cząsteczki laktozy są transportowane z udziałem permeazy laktozowej, a następnie włączane w przemiany metaboliczne komórki [22]. Jednakże stwierdzono, że bakterie *Propionibacterium freudenreichii*, w obecności sacharydów i mleczanów w pożywce, preferencyjnie metabolizują kwas mlekowy jako substrat fermentacji propionowej. Przyczyny tego zjawiska upatruje się w krótszym szlaku metabolicznym pozwalającym na przyswojenie kwasu mlekowego, dzięki aktywności enzymu – dehydrogenazy mleczanowej (LDH) [22]. Bakterie pro-

propionowe odgrywają kluczową rolę w procesie oczekowania i kształtowania cech smakowo-zapachowych sera poprzez konwersję kwasu mlekowego do kwasów propionowego, octowego i CO_2 w przemianach zwanych fermentacją propionową.



Rys. 2. Szlaki metaboliczne fermentacji propionowej, cykl Wooda-Werkmana (LDH – dehydrogenaza mlekczanowa, ang. *lactate dehydrogenase*, PDH – dehydrogenaza pirogronianowa, ang. *pyruvate dehydrogenase*); za zgodą © EDP Sciences [22].

Fig. 2. Metabolic pathways of propionic acid fermentation, Wood-Werkman cycle (LDH – lactate dehydrogenase, PDH – pyruvate dehydrogenase); with permission of © EDP Sciences [22].

Aktywność metaboliczna bakterii z rodzajów *Lactococcus* i *Propionibacterium* w serze dojrzewającym typu szwajcarsko-holenderskiego nie ogranicza się jedynie do procesów fermentacyjnych. Ich wpływ na powstawanie związków o charakterze smakowo-zapachowym w serach jest bardziej złożony. Ponadto, ostatnie badania dowodzą, że komórki bakterii z rodzajów *Lactococcus* i *Propionibacterium* niewykazujących

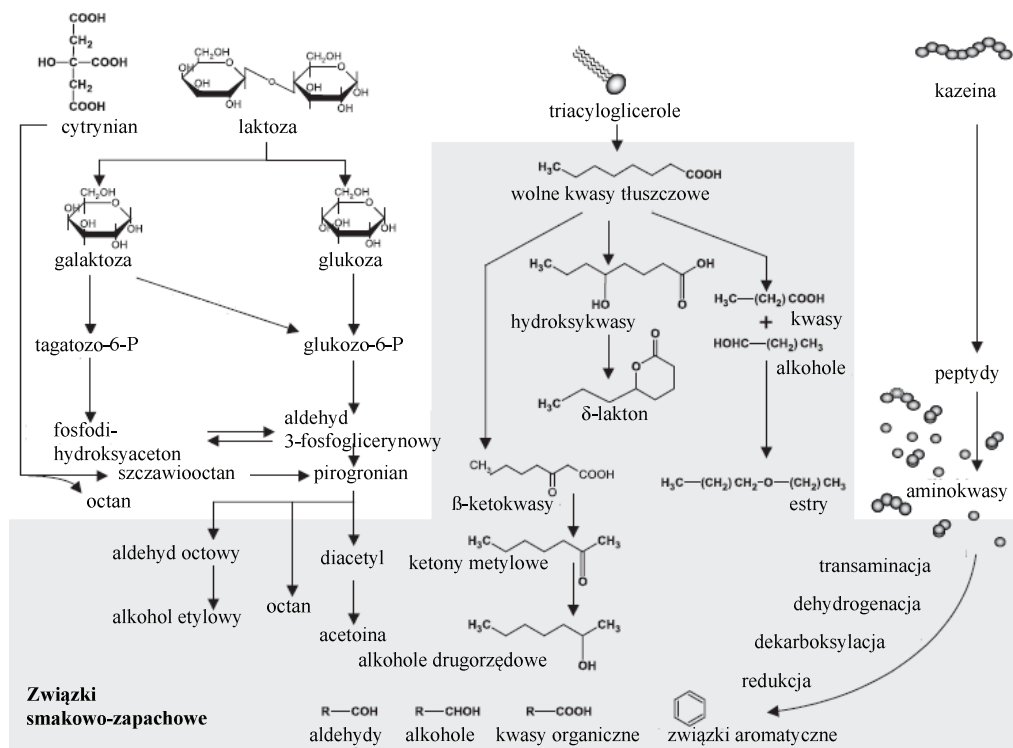
zdolności do wzrostu na podłożach syntetycznych, tzw. bakterie w stanie VBNC, (ang. *viable but not culturable*), przekierowują metabolizm na kataboliczne przemiany aminokwasów [8, 14].

Lipoliza

Tłuszcz mleczny jest istotnym prekursorem w reakcjach prowadzących do powstania związków o charakterze smakowo-zapachowym (rys. 3). Z drugiej strony intensywna lipoliza jest wysoce niepożądana ze względu na możliwości powstania wad sensorycznych serów [7]. W serze dojrzewającym 98 % lipidów stanowią triacyloglicerole, które mogą być przekształcone na drodze oksydacji lub hydrolizy. Ze względu na niski potencjał oksydo-redukcyjny sera (-250 mV) oraz obecność naturalnych antyoksydantów (np. witaminy E) reakcja oksydacji ma mniejsze znaczenie [7]. Natomiast enzymatyczna hydroliza wiązań estrowych triacylogliceroli prowadząca do powstania glicerolu, mono- i diacylogliceroli oraz wolnych kwasów tłuszczowych ma istotne znaczenie w rozwoju cech smakowo-zapachowych sera [7, 18]. Wolne kwasy tłuszczowe są prekursorami wielu istotnych związków wpływających na smakowitość serów m.in. ketonów, laktonów, estrów, alkanów i alkoholi drugorzędowych. Z wolnych kwasów tłuszczowych w wyniku reakcji β -oksydacji i dekarboksylacji powstają ketony metylowe i drugorzędowe alkohole, natomiast w drodze estryfikacji hydroksykwasów – laktony (rys. 3). Kwasy tłuszczowe reagują również z alkoholami z wytworzeniem estrów, takich jak: maślan etylu, kapronian etylu, octan etylu, kapronian metylu [19]. W procesach tych udział biorą esterazy bakteryjne *Lactococcus* spp. [12] i *Propionibacterium* spp. [8].

W serach dojrzewających, potencjalnymi czynnikami o charakterze lipolitycznym są: podpuszczka, kultury starterowe, rodzime enzymy mleka oraz termostabilne lipazy bakterii psychrotrofowych. Podpuszczka pochodzenia zwierzęcego zawiera aktywne esterazy, specyficzne względem krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych zestryfikowanych w pozycji *sn*-1 w triacyloglicerolach mleka. W mleku surowym występuje rodzima lipaza lipoproteinowa (LPL), która hydrolizuje wiązania estrowe, uwalniając średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe (C_6 - C_{12}) z pozycji *sn*-1 i *sn*-3 triacylogliceroli [19].

Bakterie fermentacji mlekowej charakteryzuje bogaty wewnątrzkomórkowy system enzymów hydrolitycznych: lipaz i esteraz, które uwalniane są do matrycy sera po lizie komórek bakterii [28]. Optimum aktywności tych enzymów, w kierunku substratów zawierających krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe, przypada przy pH 7,0 - 8,5 i temp. około 35 °C [7]. *Propionibacterium freudenreichii* charakteryzuje wyższa aktywność lipolityczna niż bakterie fermentacji mlekowej. Bakterie *Propionibacterium* spp. zawierają lipazy wewnątrzkomórkowe o optimum aktywności przy pH 7,2 i temp. 47 °C, specyficzne w stosunku do krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych [8, 19].



Rys. 3. Uproszczony schemat szlaków biochemicznych prowadzących do powstania związków o charakterze smakowo-zapachowym w serze dojrzewającym (związki o charakterze smakowo-zapachowym przedstawiono na szarym tle); za zgodą © Elsevier [18].

Fig. 3. Simplified scheme of biochemical pathways leading to the formation of flavour compounds of ripened cheese (the grey surface indicates compounds with a flavour note); with permission of © Elsevier [18].

Proteoliza i katabolizm aminokwasów

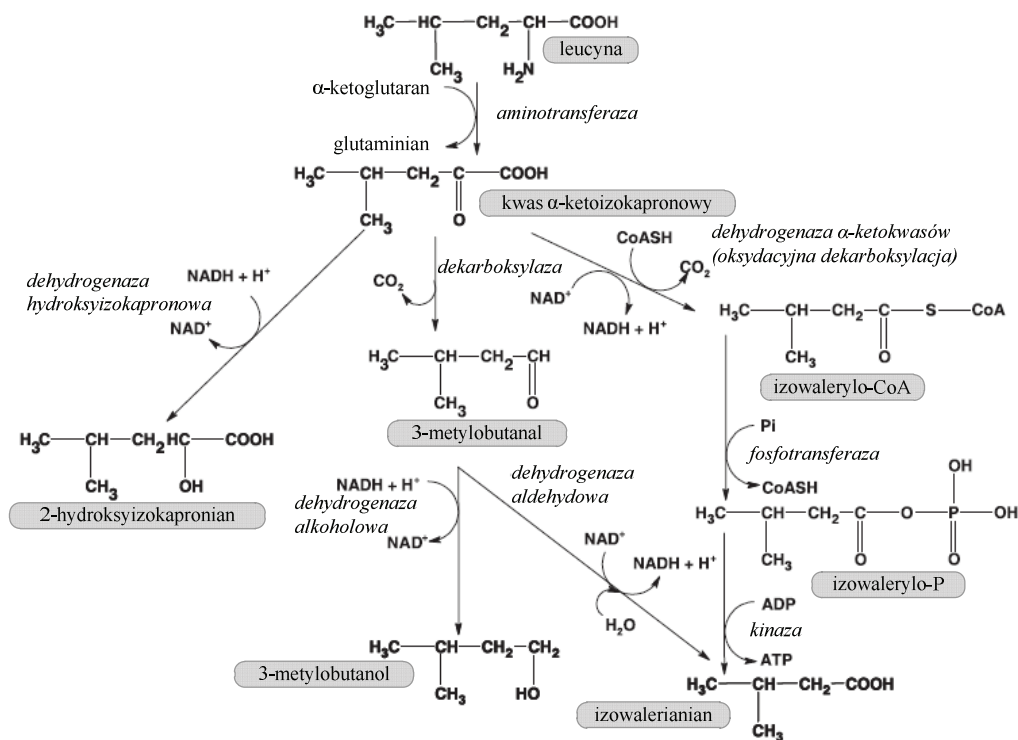
Największe znaczenie w kształtowaniu cech sensorycznych i reologicznych serów dojrzewających ma rozkład kazeiny, włączając frakcje α_{s1} -, α_{s2} -, β - i κ -kazeiny, ze stopniowym uwalnianiem peptydów i aminokwasów. Podczas dojrzewania głównymi czynnikami katalizującymi proteolizę białek sera są proteiny i peptydazy różnego pochodzenia. Enzymy koagulujące dodawane w czasie produkcji np. podpuszczka, chymozyna (rennina, E.C. 3.4.23.4) oraz rodzime proteiny mleka np. plazmina (E.C. 3.4.21.7) wstępnie hydrolizują cząsteczki kazeiny. Jednak za główne źródło peptydaz w serach uważane są zewnątrzkomórkowo wydzielane enzymy zakotwiczone w błonach komórkowych kultur starterowych – proteiny CEP (ang. *cell envelope proteinase*, lactocepin, E.C. 3.4.21.96), które biorą udział w hydrolizie oligopeptydów do di-

lub tripeptydów i wolnych aminokwasów. Najlepiej poznaną proteinazą CEP jest proteinaza serynowa PrtP *L. lactis* [6]. Za pośrednictwem systemu transportu aminokwasów, di- i tri-peptydów oraz oligopeptydów (Opp), peptydy niskocząsteczkowe oraz oligopeptydy (o długości od 4 do 18 aminokwasów) wnikają do wnętrza komórek bakterii. W cytoplazmie komórek peptydy rozkładane są do aminokwasów z udziałem wewnątrzkomórkowych peptydaz: endopeptydaz (PepO, PepF), aminopeptydaz (PepN, PepC, PepA, PCP), peptydaz prolinowych (PepX, PepI, PepR, PepQ, PepP), dipeptydaz (PepV, PepD, PepDA) i tripeptydaz (PepT). Aminokwasy mogą następnie ulegać reakcjom transaminacji, dehydrogenacji, redukcji i dekarboksylacji (rys. 3) z wytworzeniem: kwasów tłuszczowych, alkoholi, aldehydów, ketonów, estrów, laktonów i innych związków.

Katabolizm rozgałęzionych aminokwasów zostaje zainicjowany w obecności enzymu aminotransferazy z wytworzeniem kwasów: α -ketoizokapronowego, α -keto- β -metylowalerianowego i α -ketoizowalerianowego, odpowiednio z leucyny, izoleucyny i waliny [18]. Dotychczas scharakteryzowano jedynie kilka aminotransferaz obecnych w komórkach bakterii z rodzaju *Lactococcus*. Szczep *L. lactis* subsp. *cremoris* NCDO763 wytwarzał aminotransferazę działającą na leucynę, izoleucynę, walinę, metioninę [29], natomiast szczepy *L. lactis* LM0230 oraz *L. lactis* subsp. *cremoris* B78 wytwarzały aminotransferazy katalizujące reakcję transaminacji leucyny, izoleucyny, waliny, metioniny oraz fenyloalaniny [10]. Trzecia aminotransferaza działająca jedynie na leucynę została wykryta w komórkach *L. lactis*. Enzym ten różnił się specyficznością od pozostałych aminotransferaz i był aktywny w stosunku do tryptofanu, tyrozyny, fenyloalaniny i metioniny [1]. Często nazywany jest on aminotransferazą aminokwasów aromatycznych. Aktywność aminotransferaz wykryto również wśród szczepów *Propionibacterium* spp. [27]. *P. freudenreichii* uczestniczy w syntezie rozgałęzionych związków w wyniku katabolizmu izoleucyny (2-metylobutanal, 2-metylobutanol i kwas 2-metylomasłowy) oraz katabolizmu leucyny (kwas 3-metylomasłowy) [26].

Szlaki biochemiczne odpowiedzialne za konwersję rozgałęzionych α -ketokwasów przez bakterie fermentacji mlekowej zostały częściowo wyjaśnione (rys. 3). Składają się na nie trzy reakcje biochemiczne: oksydacyjna dekarboksylacja do kwasów karboksylowych, dekarboksylacja do aldehydów i redukcja do hydroksykwasów (rys. 4). Wszystkie powstające w tych szlakach związki, z wyjątkiem kwasów hydroksylowych, mają charakter zapachowy. Oksydacyjna dekarboksylacja rozgałęzionych aminokwasów rzadko występuje wśród bakterii fermentacji mlekowej i propionowej, jednak została opisana w odniesieniu do wybranych szczepów z rodzaju *Lactococcus* [1, 29] i *Propionibacterium* [27]. Niespotykana u *Lactococcus* jest również reakcja dekarboksylacji rozgałęzionych aminokwasów do aldehydów, ale zaobserwowano ten szlak u szczepów dzikich [2]. Powstające aldehydy mogą być następnie redukowane do al-

koholi przez dehydrogenazę alkoholową lub utleniane do kwasów karboksylowych przez dehydrogenazę aldehydową (rys. 4).



Rys. 4. Katabolizm rozgałęzionych aminokwasów na przykładzie leucyny; za zgodą © Elsevier [18].

Fig. 4. Catabolism of branched-chain amino acids with leucine as an example; with permission of © Elsevier [18].

Fizjologiczne znaczenie degradacji rozgałęzionych aminokwasów u bakterii nie zostało do końca wyjaśnione. Prawdopodobnie szlak ten jest włączony w katabolizm ze względu na wytwarzanie energii komórkowej i utrzymywanie odpowiedniego stosunku $\text{NAD}^+/\text{NADH}+\text{H}^+$. Według nowszych doniesień [8, 14], bakterie z rodzajów *Lactococcus* i *Propionibacterium*, będące w stanie VBNC, wywołanym głodem węglowodanowym, charakteryzuje występowanie innych szlaków katabolizmu leucyny niż hodowli w fazie logarytmicznej. Jako produkty końcowe rozkładu rozgałęzionych aminokwasów, w miejsce krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, powstają rozgałęzione kwasy tłuszczowe (głównie kwas 2-metylomasłowy).

Kwasy tłuszczowe powstające z rozgałęzionych aminokwasów (izowalerianowy, 2-metylomasłowy i izomasłowy) odpowiadają za przypominającą zepsute owoce słodką, zjełczałą, gnilną nutę zapachową [18, 27]. Wspomniane związki, w zależności od ich stężenia, mogą mieć niekorzystny wpływ na ogólny aromat sera dojrzewającego.

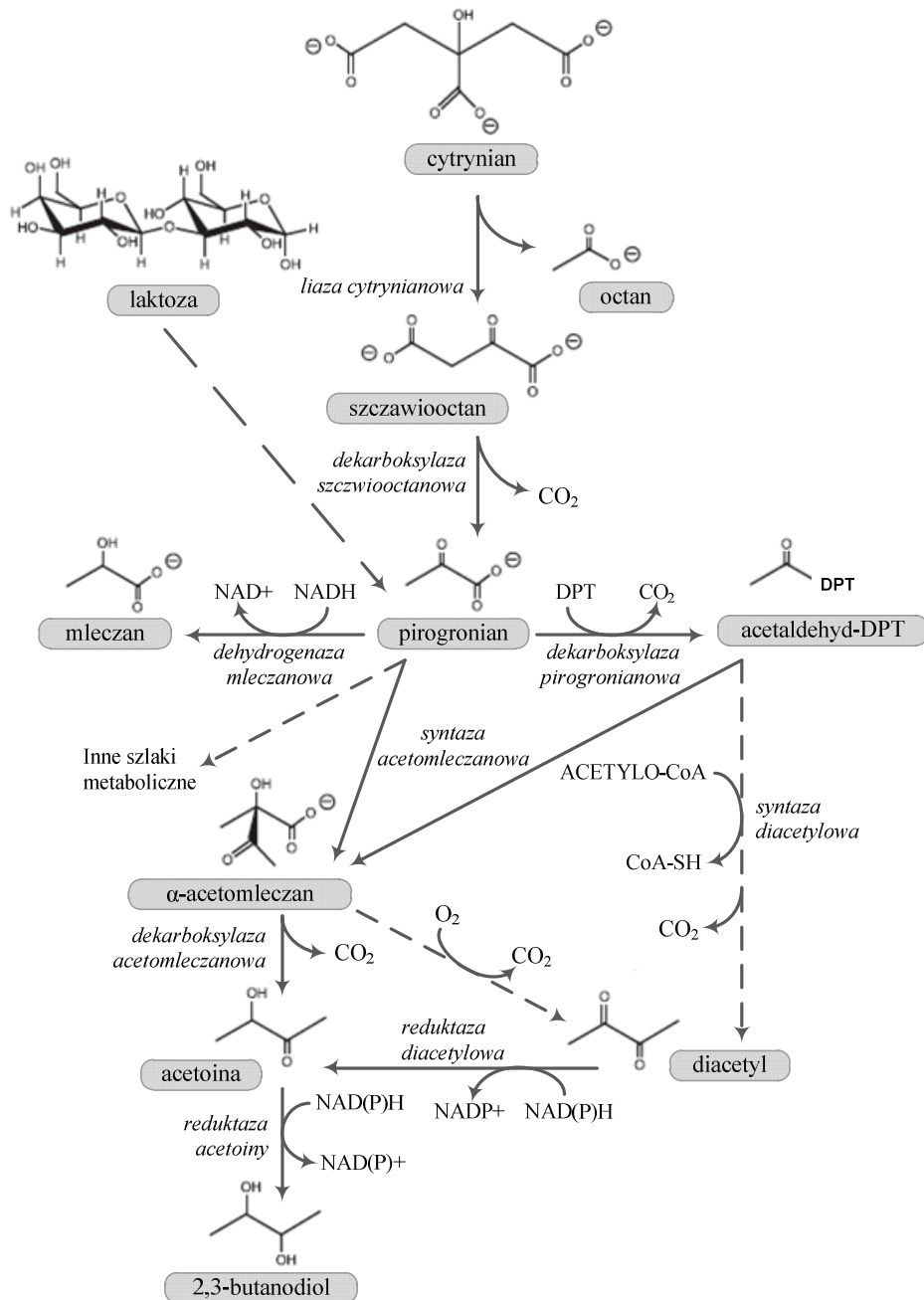
Metabolizm cytrynianów

Mleko przeznaczone do produkcji sera zawiera ~1750 mg/l cytrynianów rozpuszczalnych w wodzie, z których większość jest tracona w procesie odcieku serwatki. Ich zawartość w gęstwie serowej (0,2 - 0,5 %) jest trzykrotnie większa niż w serwatce, prawdopodobnie dzięki koncentracji cytrynianów w formie koloidalnej [19]. Cytryniany są istotnym prekursorem wielu lotnych związków powstających w wyniku aktywności mezofilnych kultur starterowych (rys. 5).

Cytryniany są metabolizowane przez cytryniano-dodatnie (Cit^+) szczepy paciorkowców fermentacji mlekowej, takie jak: *L. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis*, które mają zdolność transportu cytrynianów kodowaną plazmidowo, oraz *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* i *Leuconostoc lactis* [13]. Najnowsze badania sugerują, że zdolność niektórych szczepów *L. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis* do metabolizowania cytrynianów wynika z przeniesienia plazmidów ze szczepów *Leuconostoc* spp. w czasie horyzontalnego transferu genów [9]. *L. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis* oraz *Leuconostoc* spp. prowadzą konwersję cytrynianu do szczawiooctanu i octanu pod wpływem enzymu liazy cytrynianowej (rys. 5), a następnie szczawiooctan ulega dekarboksylacji do pirogronianu, który jest kluczowym produktem pośrednim. Końcowymi produktami katabolizmu cytrynianów są diacetyl, acetoina i CO_2 . Intensyfikację syntezy tych związków obserwuje się w hodowlach mieszanych bakterii fermentacji mlekowej oraz propionowej [24, 26].

Diacetyl (2,3-butanodion) i acetoina (3-hydroksy-2-butanon) to główne związki lotne w wielu fermentowanych produktach mleczarskich, włączając sery dojrzewające. Diacetyl charakteryzuje kremowy, maślany aromat, natomiast acetoina to związek bezwonny, łatwo utleniający się do diacetylu [13]. Obydwa związki są syntetyzowane przez bakterie z gatunków *Lactococcus* i *Leuconostoc* z pirogronianu. Acetoina powstaje bezpośrednio z pirogronianu przy udziale enzymu dekarboksylazy acetomleczanowej z wytworzeniem α -acetomleczanu jako prekursora (rys. 5).

Natomiast tworzenie diacetylu przez bakterie fermentacji mlekowej (Cit^+) następuje prawdopodobnie w dwóch szlakach metabolicznych. Synteza bezpośrednia, która zakłada, że diacetyl powstaje w wyniku dekarboksylacji pirogronianu z wytworzeniem kompleksu acetaldehyd-DPT (difosfotiamina) tzw. aktywnego acetaldehydu, a następnie reakcji tego kompleksu z acetylokoenzymem-A (acetylo-CoA). Drugi szlak syntezy diacetylu polega na oksydacyjnej dekarboksylacji α -acetomleczanu [4, 13]. Syntaza acetomleczanowa, zaangażowana w pierwszym etapie biosyntezy (rys. 5) w reakcji konwersji pirogronianu do α -acetomleczanu, wykazuje niskie powinowactwo w stosunku do pirogronianu ($K_m = 50 \text{ mmol/l}$), w porównaniu z dehydrogenazą mleczanową (LDH, $K_m = 1 \text{ mmol/l}$) i dehydrogenazą pirogronianową (PDH, $K_m = 1 \text{ mmol/l}$). Stąd syntaza acetomleczanowa jest najbardziej aktywna w warunkach akumulacji pirogronianu, obniżonej aktywności LDH i PDH lub zredukowanym zasobie NADH [4].



Rys. 5. Szlaki metaboliczne cytrynianu-dodatnich (Cit^+) szczepów paciorkowców fermentacji mlekowej z rodzaju *Lactococcus* i *Leuconostoc*; za zgodą © John Wiley and Sons [19].

Fig. 5. Metabolic pathways of citrate positive (Cit^+) strains of lactic acid bacteria of *Lactococcus* and *Leuconostoc* genera; with permission of © John Wiley and Sons [19].

W produktach mleczarskich poziom diacetylu systematycznie zmniejsza się w związku z nieodwracalną redukcją do acetoiny, związaną z aktywnością reduktazy diacetylu. Acetoina jest następnie odwracalnie redukowana do 2,3-butanediolu pod wpływem tego samego enzymu (rys. 5).

Podsumowanie

Procesy biochemiczne i enzymatyczne prowadzące do powstania związków o charakterze smakowo-zapachowym w serze dojrzewającym typu szwajcarsko-holenderskiego są determinowane wieloma czynnikami. Istotną kwestią są niewątpliwie interakcje międzyszczepowe paciorkowców mlekowych i pałeczek propionowych. Ponadto, w ostatnich latach zaobserwowano, że stan fizjologiczny bakterii wchodzących w skład kultur starterowych determinuje ukierunkowanie prowadzonych przez nie przemian metabolicznych, a tym samym wpływa na proces dojrzewania i jakość finalną sera.

Pracę zrealizowano w ramach własnego projektu badawczego MNiSzW N N312 484140.

Literatura

- [1] Ardö Y.: Flavour formation by amino acid catabolism. *Biotech. Adv.*, 2006, **24**, 238-242.
- [2] Ayad E.H.E., Verheul A., de Jong C., Wouters J.T.M., Smit, G.: Flavour forming abilities and amino acid requirements of *Lactococcus lactis* strains isolated from artisanal and non-dairy origin. *Int. Dairy J.*, 1999, **9**, 725-735.
- [3] Bachmann H., Starrenburg M.J.C., Dijkstra A., Molenaar D., Kleerebezem M., Rademaker J.L.W., van Hylckama Vlieg J.E.T.: Regulatory phenotyping reveals important diversity within the species *Lactococcus lactis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2009, **75** (17), 5687-5694.
- [4] Bars D.L., Yvon M.: Formation of diacetyl and acetoin by *Lactococcus lactis* via aspartate catabolism. *J. Appl. Microbiol.*, 2008, **104**, 171-177.
- [5] Bernard K.A., Shuttleworth L., Munro C., Forbes-Faulkner J.C., Pitt D., Norton J.H., Thomas A.D.: *Propionibacterium australiense* sp. nov. derived from granulomatous bovine lesions. *Anaerobe*, 2002, **8**, 41-47.
- [6] Caplice E., Fitzgerald G.F.: Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, **50**, 131-149.
- [7] Collins Y.F., McSweeney P.L.H., Wilkinson M.G.: Lipolysis and catabolism of fatty acids in cheese: a review of current knowledge. *Int. Dairy J.*, 2003, **13**, 841-866.
- [8] Dherbécourt J., Maillard M-B. Catheline D., Thierry A.: Production of branched-chain aroma compounds by *Propionibacterium freudenreichii*: links with the biosynthesis of membrane fatty acids. *J. Appl. Microbiol.*, 2008, **105**, 997-985.
- [9] Drici H., Gilbert C., Kihal M., Atlan D.: Atypical citrate-fermenting *Lactococcus lactis* strains isolated from dromedary's milk. *J. Appl. Microbiol.*, 2010, **108**, 647-657.
- [10] Engels W.J.M., Alting A.C., Arntz M.M.T.G., Gruppen H., Voragen A.G.J., Smit, G., Visser S.: Partial purification and characterization of two aminotransferases from *Lactococcus lactis* subsp.

- cremoris* B78 involved in the catabolism of methionine and branched-chain amino acids. *Int. Dairy J.*, 2000, **10**, 443-452.
- [11] García-Quintáns N., Christian M., de Mendoza D., López P.: The citrate transport system of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* is induced by acid stress. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1998, **64**, 850-857.
- [12] Holland R., Liu S-Q., Crow V.L., Delabre M-L., Lubbers M., Bennett M., Norris G.: Esterases of lactic acid bacteria and cheese flavour: Milk fat hydrolysis, alcoholysis and esterification. *Int. Dairy J.*, 2005, **15**, 711-718.
- [13] Hugenholtz J.: The lactic acid bacterium as a cell factory for food ingredient production. *Int. Dairy J.*, 2008, **18**, 466-475.
- [14] Irlinger F., Mounier J.: Microbial interactions in cheese: implications for cheese quality and safety. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 2009, **20**, 142-148.
- [15] Kerjean J-R., Condon S., Lodi R., Kalantzopoulos G., Chamba J-F., Suomalainen T., Cogan T., Moreau D.: Improving the quality of European hard-cheeses by controlling of interactions between lactic acid bacteria and propionibacteria. *Food Res. Int.*, 2000, **33**, 281-287.
- [16] Koussémon M., Combet-Blanc Y., Patel B.K.C., Cayol J-L., Thomas P., Garcia J-L., Ollivier B.: *Propionibacterium microaerophilum* sp. nov., a microaerophilic bacterium isolated from olive mill wastewater. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 2001, **51**, 1373-1382.
- [17] Kusano K., Yamada H., Niwa M., Yamasato K.: *Propionibacterium cyclohexanicum* sp. nov. a new acid-tolerant ω -cyclohexyl fatty acid-containing *Propionibacterium* isolated from spoiled orange juice. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 1997, **47** (3), 825-831.
- [18] Marilley L., Casey M.G.: Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. *Int. J. Food Microbiol.*, 2004, **90**, 139-159.
- [19] McSweeney P.L.H.: Biochemistry of cheese ripening. *Int. J. Dairy Technol.*, 2004, **57** (2/3), 127-144.
- [20] Papoutsakis E.T., Meyer C.L.: Fermentation equations for propionic-acid bacteria and production of assorted oxychemicals from various sugars. *Biotechnol. Bioeng.*, 1985, **27**, 67-80.
- [21] Paściak M., Mordarska H.: Rodzaj *Propionibacterium* – heterogenność taksonomiczna i biologiczna. *Postępy Mikrobiol.*, 1999, **38**, 245-256.
- [22] Piveteau P.: Metabolism of lactate and sugars by dairy propionibacteria: A review. *Lait*, 1999, **79**, 23-41.
- [23] Rademaker J.L.W., Herbet H., Starrenburg M.J.C., Naser S.M., Gevers D., Kelly W.J., Hugenholtz J., Swings J., van Hylckama Vlieg J.E.T.: Diversity analysis of dairy and nondairy *Lactococcus lactis* isolates, using a novel multilocus sequence analysis scheme and (GTG)₅-PCR fingerprinting. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2007, **73** (22), 7128-7137.
- [24] Rymaszewski J., Cichosz G., Kujawski M., Kornacki M., Wspólna hodowla stacjonarna bakterii fermentacji mlekowej i propionowej. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst.*, 1995, **27**, 51-60.
- [25] Singh T.K., Drake M.A., Cadwallader K.R.: Flavour of Cheddar cheese: A chemical and sensory perspective. *Compr. Rev. Food Sci. F.*, 2003, **2**, 139-162.
- [26] Thierry A., Maillard M.-B., Hervé C., Richoux R., Lortal S.: Varied volatile compounds are produced by *Propionibacterium freudenreichii* in Emmental cheese. *Food Chem.*, 2004, **87**, 439-446.
- [27] Thierry A., Maillard M.-B.: Production of cheese flavour compounds derived from amino acid catabolism by *Propionibacterium freudenreichii*. *Lait*, 2002, **82**, 17-32.
- [28] Treimo J., Vegarud G., Langsrud T., Rudi K.: Use of DNA quantification to measure growth and autolysis of *Lactococcus* and *Propionibacterium* spp. in mixed populations. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2006, **72** (9), 6174-6182.
- [29] Yvon M., Rijnen L.: Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *Int. Dairy J.*, 2001, **11**, 185-201.
- [30] Ziarno M., Godlewska A.: Znaczenie i wykorzystanie bakterii rodzaju *Lactococcus* w mleczarstwie. *Med. Wet.*, 2008, **64** (1), 35-39.

ROLE OF LACTIC ACID COCCI AND PROPIONIC ACID RODS IN SWISS-DUTCH TYPE CHEESE RIPENING PROCESS**S u m m a r y**

Swiss-Dutch type cheeses are produced with the use of lactic acid streptococci: *Lactococcus* spp., *Leuconostoc* spp., and propionic acid rods of *Propionibacterium* spp. Starter cultures and the environment of ripening cheese create a very complex and, at the same time, a dynamic system. Biotechnological processes occurring in the matrix of cheese ripening under the industrial conditions mainly depend on the physiological state of the micro-organisms applied. The metabolism of bacterial cells governs the biochemical and enzymatic changes occurring in the cheese environment, thus, it models the desirable characteristics of the product.

Key words: *Lactococcus*, *Propionibacterium*, ripened Swiss-Dutch type cheeses, metabolism ☒

**POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
ODDZIAŁ MAŁOPOLSKI**

**SEKCJA TECHNOLOGII OWOCÓW I WARZYW
POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI**

oraz

**KATEDRA SUROWCÓW I PRZETWÓRSTWA
OWOCOWO-WARZYWNEGO
WYDZIAŁ TECHNOLOGII ŻYWNOŚCI
UNIwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie**

zapraszają na

**V OGÓLNOPOLSKĄ KONFERENCJĘ NAUKOWĄ
TECHNOLOGÓW PRZETWÓRSTWA OWOCÓW I WARZYW**

nt.

„Doskonalenie jakości żywności z owoców, warzyw i grzybów”

Kraków, 17-18 maj 2012

Informacje:

e-mail: kow@ur.krakow.pl

BARTOSZ SOŁOWIEJ

OCENA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNYCH ANALOGÓW SERÓW TOPIONYCH O ZMNIEJSZONEJ ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU

Streszczenie

Celem niniejszej pracy była ocena właściwości reologicznych analogów serów topionych o zmniejszonej zawartości tłuszczu. W celu otrzymania produktu wysokobiałkowego, przeznaczonego przede wszystkim dla osób odchudzających się oraz aktywnych fizycznie, tłuszcz w analogach serowych zastępowano częściowo kazeiną kwasową. Teksturę analogów serów topionych badano przy użyciu analizatora tekstury TA-XT2i. Do oznaczenia twardości zastosowano próbnik cylindryczny o średnicy 10 mm (prędkość przesuwu 1 mm/s, stała temperatura 21 °C). W profilowej analizie tekstury (TPA), w której określano sprężystość i żujność analogów serowych, używano próbnika cylindrycznego o średnicy 15 mm (prędkość przesuwu 1 mm/s, stała temperatura 21 °C). Badania właściwości lepkością analogów serów topionych wykonywano w układzie płytka – płytka w zmiennej temperaturze od 30 do 80 °C, przy użyciu reometru oscylacyjnego RS 300. Określano zmiany wartości modułu zachowawczego (G'). W przypadku badanych analogów wraz ze zwiększaniem zawartości kazeiny w zakresie 12 - 20 % i zmniejszaniem zawartości tłuszczu w zakresie 30 - 10 % zwiększała się ich twardość oraz żujność. Natomiast zastosowanie kazeiny kwasowej (KK) w ilości 22 % oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) w ilości 5 % spowodowało w konsekwencji znaczne zmniejszenie twardości i żujności analogów serów topionych, porównywalnie do próbki pełnotłustej (12 % KK + 30 % BTM). Wszystkie badane analogi serów topionych charakteryzowały się wysoką sprężystością. Wraz ze zwiększaniem się zawartości kazeiny i zmniejszaniem się zawartości tłuszczu w produkcie zwiększała się wartość modułu zachowawczego (G') podczas topienia analogów sera. Zmiany proporcji kazeiny oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego miały wpływ na teksturę i właściwości reologiczne analogów serów topionych.

Słowa kluczowe: analogi serów topionych, kazeina kwasowa, bezwodny tłuszcz mleczny, reologia, topliwość

Wprowadzenie

W opracowaniu nowych receptur produktów żywnościowych obserwuje się tendencje związane głównie ze zmniejszaniem ich wartości energetycznej dzięki zastąpieniu tłuszczu mlecznego emulsją białkowo-tłuszczową. Równocześnie w modyfikowanym produkcie uzyskuje się zmniejszenie zawartości cholesterolu [4].

Dr inż. B. Sołowiej, Katedra Biotechnologii, Żywności Człowieka i Towaroznawstwa Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin

Kazeina jest najważniejszym białkiem mleka i stanowi około 75 % jego ogólnej ilości. Jest to białko o dużej wartości biologicznej, cechujące się bardzo dobrze zbilansowanym składem aminokwasowym, szczególnie aminokwasów egzogennych oraz kwasu glutaminowego [17]. Jest białkiem najbardziej przydatnym jako materiał budulcowy do syntezy hemoglobiny i białek osocza krwi. Po spożyciu mleka kazeina tworzy w żołądku skrzep, który jest bardziej podatny na działanie enzymów trawiennych niż np. białka produktów mięsnych [3]. Wartość biologiczna kazeiny dorównuje białku mięsa i znacznie przewyższa wartość białek zbóż i roślin strączkowych [6]. Wyizolowana kazeina jest cennym uzupełnieniem diety sportowców. Jako odżywka stosowana jest na noc z uwagi na powolne trawienie [17]. Organizm człowieka trawi kazeinę powoli, ponieważ w jelitach przyjmuje ona formę żelu, dzięki czemu następuje stały dopływ aminokwasów przez dłuższy czas. Ilość aminokwasów we krwi osiąga wartość maksymalną po 3 - 4 h od spożycia kazeiny. Natomiast całkowity dopływ aminokwasów do krwi może trwać do 7 h od jej spożycia [5]. Kappa-kazeina zawiera w cząsteczce kazeinomakropeptyd oraz pochodzące z niego peptydy, które pełnią wiele różnych funkcji. Jedną z nich jest zmniejszenie w żołądku wydzielania kwasów żołądkowych oraz gastryny. W surowicy krwi podczas trawienia kazeinomakropeptydu uwalniany jest peptyd kazoplateina o właściwościach przeciwzakrzepowych [2]. Wyniki badań wykazały również, że we frakcji kappa-kazeiny znajdują się białka, które hamują adhezję *Helicobacter pylori* do błony śluzowej żołądka. Ponadto dieta wzbogacona w kazeinę okazała się efektywna w łagodzeniu kolki jelitowej u niemowląt, związanej z uczuleniem na białko. W sekwencjach kazeiny zidentyfikowano liczne bioaktywne peptydy, które są uwalniane w procesie trawienia enzymatycznego: izracydynę i kazocydynę – antybakteryjne egzorfiny opioidowe, kazokininy regulujące ciśnienie krwi [10].

Zainteresowanie zastosowaniem kazeiny w technologii żywności wynika z postępu w badaniach cech funkcjonalnych, do których należą: nadawanie produktom spożywczym odpowiedniej struktury i konsystencji, zdolności emulgowania tłuszczu oraz wiązania wody. Ze względu na te cechy kazeina może być stosowana w wielu produktach spożywczych, takich jak: produkty mleczarskie (napoje mleczne, napoje fermentowane, sery i ich substytuty, desery mleczne), pieczywo, wyroby cukiernicze, makarony, napoje inne niż mleczne – w tym alkoholowe, produkty mięsne, produkty ekstrudowane, odżywki dla niemowląt, produkty dietetyczne oraz preparaty farmaceutyczne [18].

Sery topione zaliczane są do produktów, w których zapewnienie właściwych cech tekstury jest jednym z podstawowych kryteriów oceny ich jakości. W dużej mierze tekstura sera topionego decyduje o jego rodzaju, funkcjonalności i przeznaczeniu. Ponadto finalne cechy tekstury serów topionych w dużym zakresie kształtowane są przez ilość i formę występującego w nich białka [11].

Celem niniejszej pracy była ocena właściwości reologicznych analogów serów topionych o zmniejszonej zawartości tłuszczu. Tłuszcz zastępowano częściowo kazeiną kwasową w celu otrzymania produktu wysokobiałkowego, przeznaczonego przede wszystkim dla osób odchudzających się oraz aktywnych fizycznie.

Material i metody badań

W badaniach zastosowano: kazeinę kwasową (KK) (Polsero Sp. z o.o., Sokołów Podlaski), bezwodny tłuszcz mleczny (BTM) (SM Mlekovita, Wysokie Mazowieckie), bezwodny kwaśny fosforan disodowy, kwas cytrynowy, wodorotlenek sodu produkcji (P.P.H. POCH, Gliwice).

Zawartość białka oznaczano metodą Kjeldahla, zawartość wody, popiołu i tłuszczu oznaczano, stosując metody AOAC [1] (tab. 1).

Tabela 1

Skład chemiczny kazeiny kwasowej, stosowanej do otrzymywania analogów serów topionych.
Chemical composition of acid casein used to obtain processed cheese analogues.

Składniki / Ingredients	Zawartość w kazeinie Content in casein [%]
Białko / Protein	85,68
Związki mineralne w postaci popiołu Mineral compounds In the form of ash	1,68
Woda / Water	11,57
Tłuszcz / Fat	1,07

Proces produkcji analogu sera topionego

Sporządzano roztwory kazeiny kwasowej o stężeniu [%]: 12, 14, 16, 18, 20 lub 22 w wodzie destylowanej przez jednogodzinne mieszanie w temperaturze 20 ± 2 °C, przy użyciu mieszadła magnetycznego (Heidolph MR 3002S, Schwabach, Niemcy). Następnie dodawano roztopiony w temp. 45 °C bezwodny tłuszcz mleczny odpowiednio w ilości [%]: 30, 25, 20, 15, 10 lub 5. Mieszaniny umieszczano w pojemniku homogenizatora (H 500 Pol-Eko Aparatura, Wodzisław Śląski). Mieszano przez 2 min przy 10000 obr./min. Następnie dodawano roztworu topnika (2 %), ustalano pH na poziomie 6,2 za pomocą kwasu cytrynowego lub wodorotlenku sodu przy użyciu pH-metru (CP-315, Elmetron, Zabrze) i zanurzano w łaźni wodnej o temp. 80 °C. Całość homogenizowano przez 10 min przy 10000 obr./min. Gotowe analogi serowe wylewano do zlewek w ilości 40 ml. Produkt przetrzymywano w temperaturze 20 ± 2 °C przez 30 min celem ostygnięcia, a następnie przechowywano przez 24 h w temp. 5 °C.

Test przebijania (puncture test)

Pomiarów dokonywano za pomocą teksturometru TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Wielka Brytania). Otrzymane próbki badano za pomocą próbnika cylindrycznego $\varnothing$ 10 mm, przy prędkości przesuwu głowicy 1 mm/s. Uzyskane wyniki (z 3 powtórzeń) rejestrowano komputerowo z wykorzystaniem programu Texture Expert version 1.22. W punktowym badaniu tekstury określano siłę potrzebną do zagłębienia się próbnika na 20 mm.

Profilowa analiza tekstury (TPA)

Pomiarów dokonywano za pomocą teksturometru TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Wielka Brytania). Otrzymane próbki badano za pomocą próbnika cylindrycznego $\varnothing$ 15 mm, przy prędkości przesuwu głowicy 1 mm/s. Uzyskane wyniki (z 6 powtórzeń) rejestrowano komputerowo z wykorzystaniem programu Texture Expert version 1.22. W profilowej analizie tekstury (TPA) określano sprężystość i żuźność analogów serów topionych.

Reometria oscylacyjna

Pomiarów dokonywano przy użyciu reometru oscylacyjnego RS 300 (ThermoHaake, Karlsruhe, Niemcy) w układzie płytka – płytka. Badania właściwości lepko-sprężystych analogów serów topionych wykonywano przy częstotliwości 0,1 Hz, przy odkształceniu $\gamma = 0,07$, w zmiennej temp. w zakresie od 30 do 80 °C. Określano zmiany wartości modułu zachowawczego (G'). Wyniki (uzyskane z 3 powtórzeń) rejestrowano komputerowo, wykorzystując program RheoWin Pro (ThermoHaake, Karlsruhe, Niemcy).

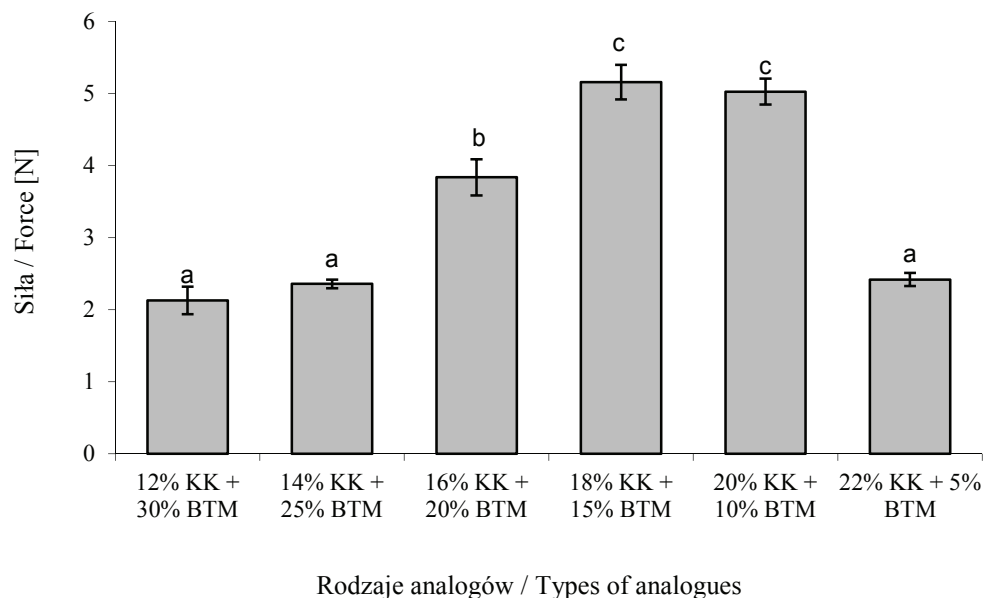
Analiza statystyczna

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu STATISTICA 7.0 PL. W celu określenia wpływu kazeiny kwasowej oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego na właściwości reologiczne analogów serów topionych zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA), wykorzystując test post-hoc Tukey'a na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Pierwszy etap badań miał na celu ocenę właściwości teksturalnych analogów serów topionych za pomocą testu przebijania (puncture test), w którym określano twardość badanych próbek. Twardość jest siłą niezbędną do osiągnięcia określonej deformacji produktu [23]. Według kryterium twardości produkty żywnościowe można podzielić na miękkie, zwięzłe i twarde [24].

Na rys. 1. przedstawiono zmiany twardości analogów serów topionych w zależności od zawartości w nich kazeiny kwasowej (KK) i bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM). W przypadku badanych analogów wraz ze zwiększaniem zawartości kazeiny w zakresie 12 - 20 % i zmniejszaniem zawartości tłuszczu w zakresie 30 - 10 % zwiększała się ich twardość. Natomiast zastosowanie kazeiny kwasowej w ilości 22 % oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego w ilości 5 % spowodowało w konsekwencji znaczne zmniejszenie twardości analogów serów topionych, porównywalnie do próbki pełnotłustej (12 % KK + 30 % BTM). Największą twardością charakteryzowały się analogi serów topionych otrzymane z 18 % KK + 15 % BTM (5,16 N) oraz 20 % KK + 10 % BTM (5,03 N). Oznacza to, że do ich przebicia potrzebna była siła odpowiednio 5,16 N i 5,03 N.



a-d – różnice pomiędzy wartościami średnimi oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne ($p < 0,05$) / differences among mean values denoted using different letters are statistically significant ($p < 0,05$)

Rys. 1. Wpływ stężenia kazeiny kwasowej (KK) i bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) na twardość analogów serów topionych.

Fig. 1. Effect of concentration of acid casein (AC) and anhydrous milk fat (AMF) on hardness of processed cheese analogues.

Montesinos-Herrero i wsp. [16] stwierdzili, że zastąpienie oleju palmowego skrobią natywną wpłynęło na zwiększenie twardości analogów (imitacji) serowych. Lobato-Calleros i wsp. [16], w badaniach dotyczących zastosowania pektyny niskometylo-

wanej jako zamiennika oleju sojowego w analogach serowych, także stwierdzili zwiększenie twardości badanych próbek. W badaniach Hennelly i wsp. [8] również wykazano, że zastąpienie oleju palmowego i rzepakowego inuliną spowodowało zwiększenie twardości analogów (imitacji) serowych na bazie kazeiny podpuszczkowej. Kiziloz i wsp. [9], w pracy dotyczącej wpływu skrobi kukurydzianej oraz κ -karagenu na strukturę niskobiałkowych analogów serów topionych na bazie kazeiny podpuszczkowej, stwierdzili zwiększenie ich twardości w miarę zwiększania zawartości skrobi w produkcie. Również Mleko i Lucey [15] dowiedli, że twardość analogów serów topionych na bazie kazeiny podpuszczkowej, otrzymanych tzw. metodą „na zimno”, zwiększała się po dodaniu do nich serwatki o ymniejszonej zawartości laktozy.

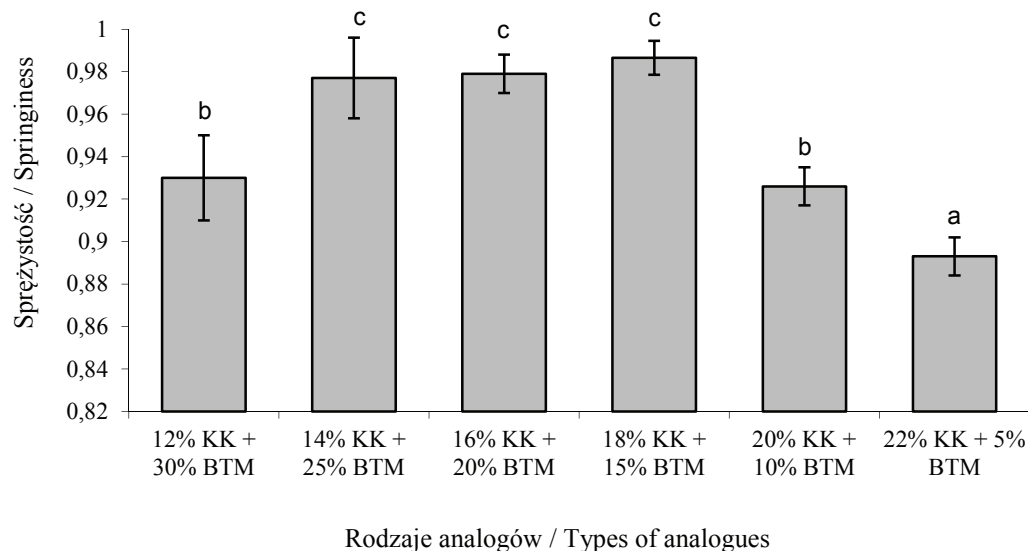
Za pomocą profilowej analizy tekstury (TPA) określano sprężystość i żujność analogów serów topionych. Sprężystość jest to szybkość z jaką zdeformowany produkt powraca do pierwotnej postaci po usunięciu siły deformującej [23]. Według kryterium sprężystości produkty żywnościowe można podzielić na sprężyste albo plastyczne [24].

Wszystkie badane analogi serów topionych charakteryzowały się wysoką sprężystością, z wartościami w granicach od 0,89 do 0,99 (rys. 2). Zastąpienie części tłuszczu w analogach kazeiną kwasową wpływało na zwiększanie ich sprężystości do pewnego stopnia. W próbkach zawierających 20 % KK + 10 % BTM oraz 22 % KK + 5 % BTM stwierdzono zmniejszenie się sprężystości odpowiednio do 0,926 i 0,893.

W badaniach dotyczących wpływu koncentratów białek serwatkowych na teksturę analogów serów topionych Lobato-Calleros i wsp. [13] stwierdzili, że sprężystość badanych próbek zależna była od stopnia adsorpcji białka na powierzchni tłuszczu, a także od stopnia nienasycenia użytego tłuszczu. Natomiast w badaniach własnych dotyczących zastosowania preparatów serwatkowych do produkcji analogów serów topionych na bazie kazeiny kwasowej stwierdzono, że sprężystość nie zależała od zawartości białka w produkcie i była cechą niezależną od twardości czy innych cech tekstury [22].

Żujność jest to energia wymagana podczas żucia do takiego rozdrobnienia produktów stałych, aby nadawały się do połknięcia [23]. Według kryterium żujności produkty żywnościowe można podzielić na kruche, ciągliwe i twarde [24].

Na rys. 3. przedstawiono zmiany żujności analogów serów topionych w zależności od zawartości w nich kazeiny kwasowej (KK) i bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM). W przypadku badanych analogów wraz ze zwiększaniem zawartości kazeiny w zakresie 12 - 20 % i zmniejszaniem zawartości tłuszczu w zakresie 30 - 10 % zwiększała się ich żujność. Natomiast zastosowanie kazeiny kwasowej w ilości 22 % oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego w ilości 5 % spowodowało w konsekwencji znaczne zmniejszenie się żujności analogów serów topionych. Największą żujnością charakteryzowały się analogi serów topionych otrzymane z 20 % KK + 10 % BTM (901,33 G) oraz 18 % KK + 15 % BTM (875,44 G).



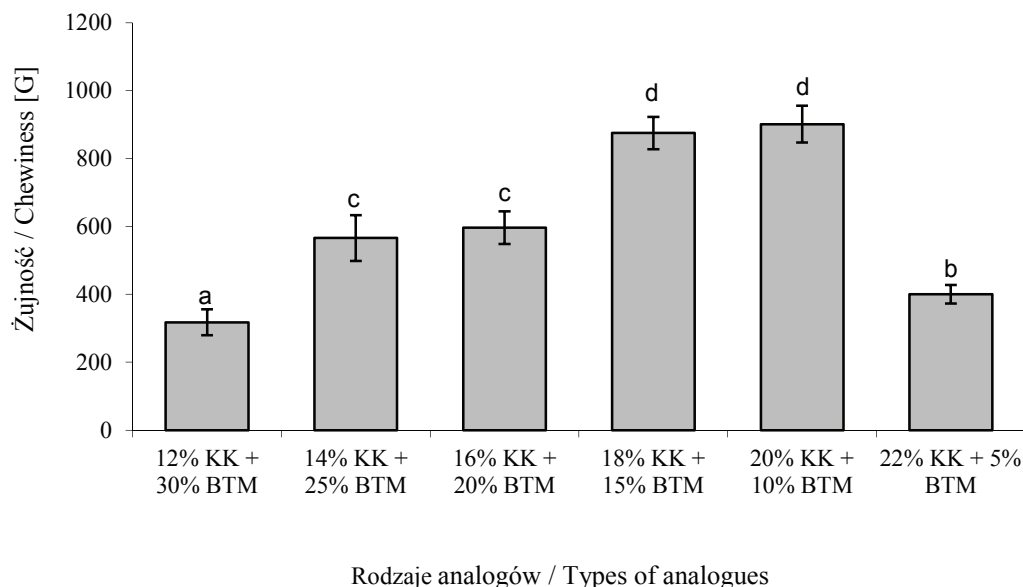
a-c – różnice pomiędzy wartościami średnimi oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne ($p < 0,05$) / differences among mean values denoted using different letters are statistically significant ($p < 0.05$).

Rys. 2. Wpływ stężenia kazeiny kwasowej (KK) i bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) na sprężystość analogów serów topionych.

Fig. 2. Effect of concentration of acid casein (AC) and anhydrous milk fat (AMF) on hardness of processed cheese analogues.

Lobato-Calleros i wsp. [12], w badaniach dotyczących zastosowania pektyny niskometylowanej jako zamiennika tłuszczu sojowego w analogach serowych, stwierdzili, że żujność produktu zmniejszała się proporcjonalnie do zawartości zamiennika tłuszczu. Natomiast według Gupty i Reutera [7] żujność analogów serów topionych wzrastała w miarę dodatku koncentratów białek serwatkowych. Potwierdzają to również badania własne [22], dotyczące wpływu dodatku sproszkowanych preparatów serwatkowych na teksturę analogów serów topionych, z których wynika, że konsekwencją zwiększenia zawartości białka w produkcie był wzrost ich żujności. Potwierdzeniem tego jest zwiększanie żujności analogów serów topionych wraz ze zmniejszaniem zawartości wody w końcowym produkcie [25].

W kolejnym etapie badań określono właściwości lepkosprężyste analogów serów topionych za pomocą reometrii oscylacyjnej.



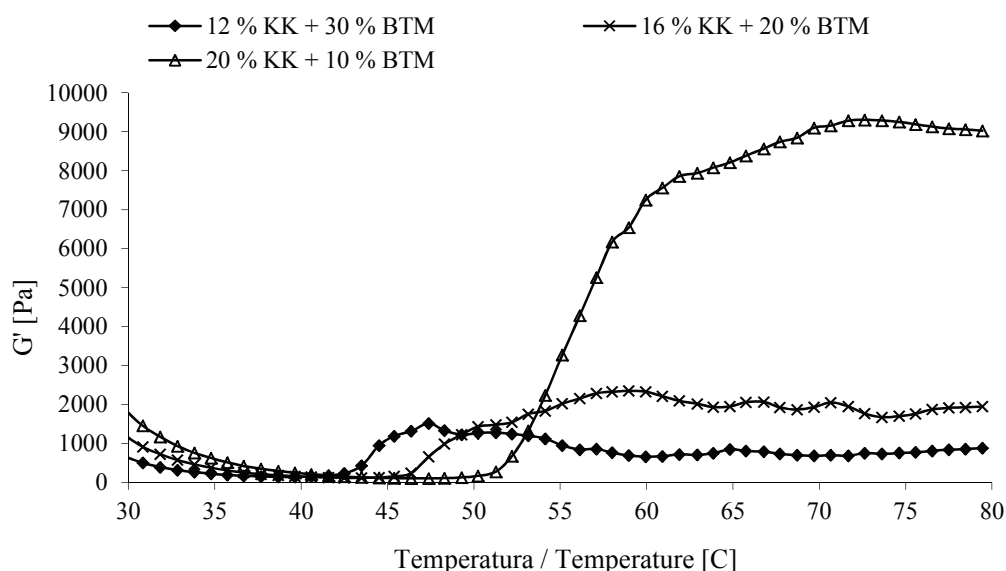
a-d – różnice pomiędzy wartościami średnimi oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne ($p < 0,05$) / differences among mean values denoted using different letters are statistically significant ($p < 0.05$)

Rys. 3. Wpływ stężenia kazeiny kwasowej (KK) i bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) na żujność analogów serów topionych.

Fig. 3. Effect of concentration of acid casein (AC) and anhydrous milk fat (AMF) on hardness of processed cheese analogues.

Zmiany modułu zachowawczego (G') analogów serów topionych wraz ze wzrostem temp. od 30 do 80 °C przedstawiono na rys. 4. Ogrzewanie produktów żywnościowych powoduje zmianę proporcji między sprężystością a lepkością. Moduł zachowawczy (G') obrazuje jaką część energii zostaje zachowana przez układ w wyniku odkształcenia sprężystego [19]. W pierwszej fazie ogrzewania wartość modułu zachowawczego zmniejszała się, co wskazywało na osłabienie struktury żelowej badanych analogów i w konsekwencji powstanie układu lepkiego. Znaczny wzrost modułu zachowawczego G' stwierdzono w temp. 40,5 °C w przypadku analogu 12 % KK + 30 % BTM, 43,5 °C – analogu 16 % KK + 20 % BTM i 47,5 °C – analogu 20 % KK + 10 % BTM. W miarę dalszego ogrzewania obserwowano ustabilizowanie się układu w przypadku analogów zawierających 12 % KK + 30 % BTM oraz 16 % KK + 20 % BTM, natomiast odnośnie analogu zawierającego 20 % KK + 10 % BTM stwierdzono gwałtowny wzrost modułu zachowawczego (G'), co wpłynęło na powstanie silnej struktury żelowej.

W badaniach Lopez i wsp. [14] udowodniono, że bezwodny tłuszcz mleczny zawarty w analogach serowych topi się w temp. 40 - 41 °C. Z tego względu roztopiony tłuszcz częściowo wypełnia przestrzeń międzybiałkowe, zaś pozostała jego część zwiększa objętość próbki sera, powodując wzrost wartości modułu G' , co potwierdzają również badania własne [20, 21]. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że wraz ze zwiększaniem zawartości kazeiny i zmniejszaniem zawartości tłuszczu w produkcie zwiększała się wartość modułu G' , a tym samym zwiększała się sprężystość badanych próbek. Zaobserwowano także wzrost wartości modułu zachowawczego poszczególnych analogów w wyższych wartościach temperatury. Prawdopodobnie wraz ze zwiększaniem się zawartości kazeiny w analogach serów topionych ich struktura stawała się bardziej upakowana (rys. 4).



Rys. 4. Zmiany modułu G' analogów serów topionych przy stałej częstotliwości (0,1 Hz) w zależności od temperatury.

Fig. 4. Temperature-depending changes in the G' modulus of processed cheese analogues at a constant frequency (0.1 Hz).

Hennelly i wsp. [8], w badaniach dotyczących analogów serowych, w których część tłuszczu zastępowano inuliną, stwierdzili, że w początkowym etapie ogrzewania wraz ze wzrostem temperatury macierz sera stawała się mniej gumista. Spowodowane mogło być to słabnącym współdziałaniem białko-białko w sieci kazeinowej, która w wyniku topienia i deformacji kuleczek tłuszczowych mogła być zmiękczona, co powodowało zwiększenie lepkości badanej próbki. W temp. 55 °C stwierdzono wzrost

modułu zachowawczego (G'), co mogło wskazywać na utwardzanie macierzy sera, natomiast analogi zawierające więcej inuliny charakteryzowały się wzrostem wartości modułu G' w wyższej temperaturze. Podczas ogrzewania i topienia sera, inulina mogła wiązać wolną wodę, prowadząc do wzrostu stężenia i w ten sposób opóźniając roztopienie się badanej próbki. Potwierdzają to także badania Montesinos-Herrero i wsp. [16], którzy stwierdzili wzrost wartości modułu zachowawczego (G') w temp. powyżej 55 °C, stosując skrobię natywną jako zamiennik oleju palmowego w analogach (imitacjach) serowych. Również Ye i wsp. [26], w pracy dotyczącej otrzymywania modelowych serów topionych na bazie kazeiny podpuszczkowej z dodatkiem skrobi kukurydzianej, stwierdzili, że nawet małe stężenie skrobi w produkcie powodowało wzrost modułu zachowawczego (G') w temp. powyżej 60 °C. Wzrost modułu G' mógł być spowodowany prawdopodobnie wzrostem poziomu uwodnienia lub żelowania skrobi w tych temperaturach.

Wnioski

1. W przypadku badanych analogów wraz ze zwiększaniem zawartości kazeiny w zakresie 12 - 20 % i zmniejszaniem zawartości tłuszczu w zakresie 30 - 10 % zwiększała się ich twardość oraz żujność. Natomiast zastosowanie kazeiny kwasowej (KK) w ilości 22 % oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) w ilości 5 % wpłynęło na znaczne zmniejszenie twardości i żujności analogów serów topionych, porównywalnie do próbki pełnotłustej (12 % KK + 30 % BTM).
2. Wszystkie badane analogi serów topionych charakteryzowały się dużą sprężystością.
3. Wraz ze zwiększaniem zawartości kazeiny i zmniejszaniem zawartości tłuszczu w produkcie zwiększała się wartość modułu zachowawczego (G') podczas topienia analogów sera.
4. Zmiany proporcji kazeiny oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego miały wpływ na teksturę i właściwości reologiczne analogów serów topionych.

Literatura

- [1] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis (14th Ed.). Arlington, VA, 1984.
- [2] Barłowska J., Litwińczuk A.: Właściwości funkcjonalne białek mleka krowiego. Przegl. Hod., 2008, **5**, 26-28.
- [3] Berlitz H.O., Grosh W.: Food chemistry. Springer Verlag Berlin/Heidelberg 1999.
- [4] Cichosz G.: Technologia serów topionych. Oficyna Wyd. „Hoża”, Warszawa 2000.
- [5] Durand R.: Kazeina przed snem zwiększa masę mięśniową. Muscular Development, 2010, **3**, 38.
- [6] Gawęcki J. (red.) : Białka w żywności i żywieniu. Wyd. AR, Poznań 2003.
- [7] Gupta V.K., Reuter H.: Processed cheese foods with added whey protein concentrates. Lait, 1992, **72**, 201-212.

- [8] Hennelly P.J., Dunne P.G., O'Sullivan M., O'Riordan E.D.: Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. *J. Food Eng.*, 2006, **75**, 388-395.
- [9] Kiziloz M.B., Cumhur O., Kilic M.: Development of the structure of an imitation cheese with low protein content. *Food Hydrocoll.*, 2009, **23**, 1596-1601.
- [10] Kuczyńska B. Właściwości prozdrowotne składników frakcji białkowej mleka krowiego. *Przegl. Hod.*, 2008, **11**, 8-12.
- [11] Kycia K.: Czynniki kształtujące teksturę serów topionych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **3 (58)**, 5-17.
- [12] Lobato-Calleros C., Vernon-Carter E.J., Sanchez-Garcia J., Garcia-Galindo H.S.: Textural characteristics of cheese analogs incorporating fat replacers. *J. Texture Stud.*, 1999, **30**, 533-548.
- [13] Lobato-Calleros C., Vernon-Carter E.J., Guerrero-Legarreta I., Soriano-Santos J., Escalona-Beundia H.: Use of fat blends in cheese analogs: Influence on sensory and instrumental textural characteristics. *J. Texture Stud.*, 1997, **28**, 619-632.
- [14] Lopez C., Lavigne F., Lesieur P., Keller G., Ollivon M.: Thermal and structural behavior of anhydrous milk fat. 2. Crystalline forms obtained by slow cooling. *J. Dairy Sci.*, 2001, **84**, 2402-2412.
- [15] Mleko S., Lucey J.A.: Production and properties of processed cheese with reduced lactose whey, *Milchwissenschaft*, 2003, **58**, 9-10.
- [16] Montesinos-Herrero C., Cotel D.C., O'Riordan E.D., O'Sullivan M.: Partial replacement of fat by functional fibre in imitation cheese: Effects on rheology and microstructure. *Int. Dairy J.*, 2006, **16**, 910-919.
- [17] Nastaj M.: Czym jest mleko? *Kulturystyka i Fitness*, 2009, **4**, 122-125.
- [18] Oziemkowski P., Pikul J.: Zastosowanie białek mleka w przemyśle spożywczym. W: Surowce, technologia i dodatki a jakość żywności. Red. J. Czapski. Wyd. AR, Poznań 1999.
- [19] Schramm G.: Reologia. Podstawy i zastosowania. Ośrodek Wyd. Nauk. PAN, Poznań 1998.
- [20] Sołowiej B., Gustaw W., Nastaj M.: Wpływ dodatku koncentratów białek serwatkowych na właściwości reologiczne analogów serów topionych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **5 (60)**, 226-234.
- [21] Sołowiej B., Mleko S., Gustaw W.: Physicochemical properties of acid casein processed cheese analogs obtained with different whey products. *Milchwissenschaft*, 2008, **63**, 299-302.
- [22] Sołowiej B.: Analiza tekstury analogów serów topionych z dodatkiem preparatów serwatkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **5 (54)**, 292-300.
- [23] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. *Przem. Spoż.* 2002, **10**, 12-17.
- [24] Surmacka-Szcześniak A.: Texture is a sensory property. *Food Qual. Prefer.*, 2002, **13**, 215-225.
- [25] Thapa T.B., Gupta V.K.: Rheology of processed cheese foods with added whey protein concentrates. *Indian J. Dairy Sci.*, 1992, **45**, 88-92.
- [26] Ye A., Hewitt S., Taylor S.: Characteristics of rennet-casein-based model processed cheese containing maize starch: Rheological properties, meltabilities and microstructures. *Food Hydrocoll.*, 2009, **23**, 1220-1227.

EVALUATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF REDUCED-FAT PROCESSED CHEESE ANALOGUES

S u m m a r y

The objective of this study was to evaluate the rheological properties of reduced-fat processed cheese analogues. Fat in the cheese analogues was partially replaced with acid casein in order to obtain a high

protein product designed primarily for people wanting to lose their weight, as well as for physically active people. The texture of cheese analogues was analysed using a TA-XT2i Texture Analyser. To analyse the hardness of processed cheese analogues, there was applied a 10 mm dia cylindrical sampler (penetration rate: 1 mm/s; constant temperature of 21 °C). The Textural Profile Analysis (TPA) to analyse springiness and chewiness of processed cheese analogues was carried out using a 15 mm cylindrical sampler (penetration rate: 1 mm/s; constant temperature of 21 °C). The analysis of viscoelastic properties of the processed cheese analogues was performed using a plate - plate arrangement system at a temperature varying from 30 to 80 °C, and a RS 300 oscillatory rheometer. Changes in the storage modulus (G') were determined. In the case of the cheese analogues studied, along with the increase in the acid casein concentration ranging from 12 to 20 % and the decrease in the fat content from 30 to 10 %, the hardness and chewiness of the cheese analogues increased. However, where the acid casein (AC) in an amount of 22% and the anhydrous milk fat (AMF) in an amount of 5 % were applied, the hardness and chewiness of the processed cheese analogues significantly decreased to a level that could be compared with that of a full-fat sample (12 % of AC + 30 % of AMF). All the tested processed cheese analogues were characterized by a high springiness value. With the increasing content of casein and the decreasing fat content in the product, the value of storage modulus (G') increased while the cheese analogues studied melted. Changes in the ratios of casein and anhydrous milk fat affected the texture and rheological properties of the processed cheese analogues.

Key words: processed cheese analogues, acid casein, anhydrous milk fat, rheology, meltability 

KRZYSZTOF LIPIŃSKI, MAŁGORZATA STASIEWICZ, RYSZARD
RAFAŁOWSKI, JOANNA KALINIEWICZ, CEZARY PURWIN

WPLYW SEZONU PRODUKCJI MLEKA NA PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH TŁUSZCZU MLEKOWEGO

Streszczenie

Badano wpływ sezonu produkcji mleka na zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu mlekowym. Materiałem badanym był tłuszcz mlekowy pozyskany metodą ekstrakcyjną z niepasteryzowanej 30 % śmietanki. Próbkę do badań pobierano 12 razy w miesiącu przez cały rok. Profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka określano metodą chromatografii gazowej. Przeprowadzone badania wskazują, że sezon produkcji mleka wywiera istotny wpływ na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego oraz proporcje kwasów tłuszczowych nienasyconych (UFA, w tym MUFA i PUFA) do nasyconych (SFA) oraz zawartość kwasów tłuszczowych o działaniu hipocholesterolemicznym (DFA) i hipercholesterolemicznym (OFA).

Słowa kluczowe: tłuszcz mlekowy, kwasy tłuszczowe, sezon produkcji, SFA, MUFA, PUFA

Wprowadzenie

Tłuszcz mlekowy jest głównym składnikiem energetycznym mleka. Charakteryzuje się wysoką strawnością (od 97 do 99 %) i dużą wartością odżywczą [5, 17]. Średnia zawartość tłuszczu w mleku krowim wynosi 3,7 %, wykazuje jednak pewne wahania (2,8 - 8,1 %) w zależności od: rasy, żywienia, właściwości osobniczych, okresu laktacji itp. [2, 3, 4, 12, 28].

Mleko i produkty mleczne dostarczają człowiekowi w diecie od 15 do 25 % tłuszczu, w tym 25 - 35 % stanowią kwasy nasycone [9]. Tłuszcz mlekowy zawiera ok. 400 kwasów tłuszczowych, z czego zaledwie 15 występuje w ilości ponad 1 % [6, 13]. Według innego źródła kwasów tych jest ok. 500 [14].

Dr hab. K. Lipiński, prof. UWM; dr inż. M. Stasiewicz, dr inż. J. Kaliniewicz, dr hab. C. Purwin, prof. UWM, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn

Spośród kwasów tłuszczowych w mleku najcenniejsze są długołańcuchowe kwasy tłuszczowe i kwas masłowy. Wykazują one właściwości prozdrowotne [20, 21, 27, 30].

Sezonowe zmiany ilościowego składu tłuszczu mlekowego sprowadzają się głównie do okresu żywienia zimowego bez udziału paszy zielonej i okresu żywienia letniego (pasza zielona). Analiza zawartości kwasów tłuszczowych w mleku krów wykazała, że znacznie korzystniejszy profil kwasów tłuszczowych występuje w mleku krów żywionych zielonkami w porównaniu z mlekiem krów żywionych paszami konserwowanymi [11, 15, 18]. Zmienność składu chemicznego mleka i wynikające z tego różnice jego wartości odżywczej oraz przydatności do przetwórstwa zależą zarówno od czynników genetycznych (rasa, cechy osobnicze), środowiskowych (żywienie, warunki klimatyczne, pora roku), jak i fizjologicznych (wiek krowy, faza laktacji, odstępy między dojami, stan zdrowotny).

Najważniejszym czynnikiem, poza genetycznym, wpływającym na skład chemiczny, wartość odżywczą i przydatność technologiczną mleka jest żywienie, związane z sezonem jego produkcji (wiosenno-letni i jesienno-zimowy) [25, 28]. Żywienie jest jednym z możliwych sposobów dostosowania składu mleka do zmieniających się potrzeb rynku, w tym głównie oczekiwań konsumentów i przemysłu mleczarskiego.

Celem przeprowadzonych badań było określenie profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu mlekowym śmietanki w zależności od sezonu produkcji (pory roku).

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym był tłuszcz mlekowy pozyskany z niepasteryzowanej 30 % śmietanki. Próbkę śmietanki były pobierane z jednego zakładu mleczarskiego zlokalizowanego na terenie województwa warmińsko-mazurskiego przez cały rok (od maja 2008 r. do końca kwietnia 2009 r.) dwanaście razy w każdym miesiącu.

Tłuszcz wydzielano za pomocą zmodyfikowanej metody Röse-Gottlieba [1], natomiast kwasy tłuszczowe oznaczano metodą chromatografii gazowej, przy użyciu chromatografu gazowego Pye Unicam P4 4600 z detektorem FID płomieniowo-jonizacyjnym, z użyciem kolumny kapilarnej CP-Sil 88 o długości 50 m × 0,25 mm i.o. × 0,20 μm film; temp. detektora 250 °C, kolumny 180 °C; injector 250 °C; dozowanie próbki – split/splitless 50 : 1; stosowano gaz nośny hel. Identyfikację kwasów tłuszczowych prowadzono na podstawie względnego czasu ich retencji.

W analizie uwzględniono grupy kwasów tłuszczowych: nasycone (SFA) i nienasycone (UFA), w tym jednonienasycone (MUFA) i wielonienasycone (PUFA). Dodatkowo wyliczano zawartość kwasów tłuszczowych o działaniu hipocholesterolemicznym (DFA) i kwasów tłuszczowych o działaniu hipercholesterolemicznym (OFA) oraz wyliczano proporcje między kwasami DFA/OFA oraz UFA/SFA.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu komputerowego Statistica 6.0, stosując test Duncana.

Wyniki i dyskusja

Wielu autorów [18, 22, 23, 24] wskazuje na sezon produkcji jako jeden z czynników decydujących o poziomie i proporcjach kwasów tłuszczowych w mleku.

W tab. 1. przedstawiono skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego w okresie rocznym. Stwierdzono statystycznie istotny wpływ poszczególnych okresów badań na poziom składników mleka.

Udział krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (C4:0 - C10:0) w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych badanych próbek tłuszczu mieścił się w zakresie od 1,09 do 3,84 %. W tej grupie kwasów w największych ilościach występował kwas masłowy C4:0 (od 2,93 do 3,84 %). Średnie miesięczne zawartości kwasów C4:0, C6:0, C8:0 wskazują, że udział tych kwasów ulegał niewielkim zmianom w okresie roku. Najmniejszą zawartością tych krótkołańcuchowych kwasów charakteryzował się tłuszcz mleka z września (C4:0, C6:0), a największą – z lutego (C8:0) (tab. 1). W badaniach przeprowadzonych przez Chilliarda i wsp. [8] oraz White'a i wsp. [28] nie stwierdzono istotnych różnic poziomu kwasu masłowego C4:0 w mleku krów korzystających z pastwiska, w porównaniu z mlekiem zwierząt żywionych mieszankami pełnoporcjowymi (system TMR). Wyniki badań cytowanych autorów nie są zgodne z rezultatami uzyskanymi przez Locka i Garnsworthy'ego [18].

W badaniach Kuczyńskiej i wsp. [16] uzyskano również mniejszą zawartość w tłuszczu mlekowym kwasu laurynowego C12:0 latem (2,91 g/100 g tłuszczu) niż zimą (3,98 g/100 g tłuszczu). Podobne tendencje opisał Jensen [13], Lock i Garnsworthy [18] oraz Dhiman i wsp. [10].

Najkorzystniejszy efekt – najmniej kwasu mirystynowego C14:0 w tłuszczu mlekowym uzyskano w miesiącach letnich. Najmniej C14:0 zawierał tłuszcz mlekowy z sierpnia (9 %), następnie obserwowano zwiększanie udziału tego kwasu do grudnia (12,37 %), w następnych miesiącach miały miejsce niewielkie wahania.

Kwasu palmitynowego C16:0, dominującego pod względem zawartości wśród kwasów nasyconych, najmniej było w tłuszczu mleka z lipca i sierpnia (25,12 i 25,33 %). Zmiana sezonu produkcji z letniego na zimowy spowodowała znaczny wzrost udziału tego kwasu. Maksymalną zawartość kwasu C16:0 uzyskano w tłuszczu mleka z grudnia (34,96 %). W okresie letnim wielu autorów obserwuje zmniejszenie ilości tego kwasu w tłuszczu mlekowym [19, 26, 28].

Zawartość kwasu stearynowego C18:0 w tłuszczu wzrastała od maja, osiągając maksymalną wartość w próbkach tłuszczu z lipca (12,88 %). W kolejnych miesiącach miało miejsce najpierw łagodne, później gwałtowne zmniejszenie się udziału tego kwasu do minimalnej zawartości w tłuszczu mleka z grudnia (7,24 %).

Zawartość kwasu oleinowego C18:1 c9 była wyraźnie większa w tłuszczu mleka z okresu letniego. Od października do grudnia stwierdzono znaczne zmniejszenie się udziału tego kwasu, następnie nastąpił nieznaczny wzrost. W badaniach Locka i Garnsworthy'ego [18] zawartość C18:1 była najmniejsza w styczniu (21,4 g/100 g tłuszczu), a największa w maju (24,5 g/100 g tłuszczu). Podobne tendencje potwierdzili Schroeder i wsp. [26] oraz Elgersma i wsp. [11], którzy również wykazali większą zawartość kwasu oleinowego.

Największą zawartość kwasu wakcenenowego C18:1 tΔ11 i CLA charakteryzował się tłuszcz mlekowy z sierpnia (4,29 % stanowił kwas C18:1 tΔ11, a 1,68 % – CLA). Od sierpnia następowało zmniejszanie się udziału tych kwasów, najpierw łagodne, a od października gwałtowne. W okresie od grudnia do kwietnia zawartość tych kwasów pozostała prawie na niezmiennym poziomie. Zawartość kwasu wakcenenowego może wahać się od 1,5 - 2 % (w okresie żywienia zimowego) do 6,5 - 7% (w okresie żywienia letniego) ogólnego składu kwasów tłuszczowych [31]. W okresie wczesnowiosennego żywienia stwierdzono, że wraz ze zwiększającą się ilością zielonki w dawce pokarmowej, w porównaniu z dawką stosowaną w zimie, wzrasta w mleku zawartość MUFA i PUFA, w tym CLA aż o 40 % [23].

Rozpatrując zmiany zawartości kwasów linolowego C18:2 i linolenowego C18:3 można stwierdzić, że zawartość kwasu C18:2 ulegała jedynie niewielkim wahaniom w okresie roku. Minimalna zawartość tego kwasu wynosiła 1,06 %, a maksymalna 1,36 %. Znacznie większy zakres zmian w okresie roku wykazywał kwas linolenowy C18:3. Zawartość kwasu C18:3 osiągnęła największą wartość w sierpniu (1,25 %), następnie malała, osiągając minimum (0,62 %) w grudniu. Prawdopodobnie na największą zawartość kwasu linolenowego, wakcenenowego i CLA w sierpniu ma wpływ większa w tym okresie zawartość kwasów prekursorowych (C18:1, C18:2) w pobieranej przez krowy paszy. Schroeder i wsp. [26] wykazali większą zawartość kwasu linolenowego latem niż zimą (0,57 vs. 0,07 g/100 g tłuszczu). Podobne wyniki uzyskali także Jensen [13], Lock i Garnsworthy [18] oraz Looor i wsp. [19]. W badaniach Chilliarda i wsp. [9] mleko krów wypasanych na pastwisku zawierało 1,4 g C18:3/100 g tłuszczu (o 180 % więcej) niż przy żywieniu kiszonką z traw (0,5 g/100 g tłuszczu).

W tab. 2. przedstawiono zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych i nienasyconych. Analizując zawartość poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w zależności od sezonu produkcji mleka, stwierdzono większą zawartość kwasów nienasyconych (UFA), w tym jedno- (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA) w miesiącach letnich.

Wykazano również mniejszą zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych SFA w okresie letnim (61,75 - 66,42 %), natomiast w okresie zimowym zawartość kwasów SFA zdecydowanie była większa i wynosiła 71,81 - 74,23 %. Podobnie Dhiman i wsp.

Tabela 1

Skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego w okresie rocznym [% sumy kwasów].
Composition of fatty acids in milk fat during one year [% of total acids].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Miesiące / Months												SEM	p
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV		
C 4:0	3,84	3,78	3,27	3,09	2,93	2,97	3,24	3,30	3,31	3,56	3,26	3,21	0,033	<0,01
C 6:0	2,57	2,39	2,11	1,95	1,82	1,95	2,25	2,29	2,27	2,55	2,24	2,19	0,025	<0,01
C 8:0	1,57	1,36	1,25	1,09	1,09	1,23	1,44	1,43	1,40	1,62	1,38	1,33	0,016	<0,01
C 10:0	3,29	2,64	2,67	2,26	2,32	2,72	3,46	3,43	3,26	3,69	3,22	2,88	0,043	<0,01
C 10:1	0,33	0,28	0,29	0,26	0,29	0,33	0,41	0,38	0,32	0,39	0,33	0,27	0,005	<0,01
C 12:0	3,39	2,67	2,85	2,52	2,66	3,12	3,98	4,01	3,69	4,00	3,67	3,31	0,049	<0,01
C 12:1	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,11	0,11	0,09	0,09	0,08	0,08	0,002	<0,01
C 13:0 iso	0,08	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,12	0,12	0,10	0,11	0,10	0,09	0,002	<0,01
C 13:0	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,001	<0,01
C 14:0 iso	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,20	0,18	0,16	0,17	0,15	0,16	0,002	<0,01
C 14:0	10,22	9,12	9,32	9,00	9,50	10,19	12,15	12,37	11,68	11,78	11,96	11,64	0,112	<0,01
C 14:1	0,27	0,32	0,33	0,32	0,33	0,33	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	0,32	0,003	<0,01
C 15:0 iso	0,60	0,57	0,60	0,58	0,58	0,58	0,63	0,63	0,62	0,56	0,59	0,60	0,004	0,018
C 15:0 aiso	0,80	0,78	0,80	0,84	0,94	1,07	1,37	1,42	1,23	1,22	1,16	1,12	0,020	<0,01
C 15:0	1,16	1,16	1,14	1,19	1,22	1,29	1,43	1,49	1,41	1,32	1,36	1,37	0,011	<0,01
C 16:0 iso	0,27	0,25	0,26	0,26	0,27	0,30	0,35	0,35	0,32	0,32	0,33	0,34	0,004	<0,01
C 16:0	26,60	25,65	25,12	25,33	26,15	27,23	32,58	34,96	33,50	32,51	34,64	33,93	0,351	<0,01
C 16:1	1,12	1,08	0,95	1,02	1,06	1,18	1,54	1,63	1,49	1,48	1,58	1,58	0,024	<0,01
C 17:0	0,54	0,42	0,64	0,64	0,65	0,69	0,67	0,67	0,69	0,70	0,75	0,79	0,010	<0,01
C 17:1	0,29	0,30	0,33	0,39	0,37	0,35	0,35	0,31	0,36	0,38	0,39	0,37	0,005	<0,01
C 18:0	11,08	12,30	12,88	12,50	11,98	11,08	8,08	7,24	8,28	8,28	8,04	8,51	0,180	<0,01
C 18:1 tΔ11	3,57	3,56	3,91	4,29	4,04	3,11	1,47	1,18	1,27	1,18	1,08	1,14	0,115	<0,01
C 18:1 c9	21,34	23,58	23,51	24,16	23,66	22,85	18,58	17,21	19,00	18,89	18,60	19,68	0,219	<0,01
C 18:1 tΔ16	0,34	0,32	0,33	0,24	0,23	0,20	0,23	0,18	0,18	0,14	0,11	0,12	0,008	<0,01

C 18:2 c9 t13	0,18	0,16	0,17	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12	0,19	0,13	0,15	0,11	0,005	0,015
C 18:2 t11 c15	0,44	0,44	0,49	0,62	0,60	0,46	0,17	0,14	0,15	0,11	0,08	0,12	0,018	<0,01
C 18:2	1,16	1,29	1,32	1,36	1,27	1,24	1,12	1,06	1,19	1,24	1,15	1,22	0,014	<0,01
CLA	1,24	1,29	1,35	1,68	1,64	1,27	0,54	0,41	0,42	0,44	0,38	0,38	0,045	<0,01
C 18:3	0,88	1,07	1,15	1,25	1,23	1,12	0,71	0,62	0,63	0,71	0,63	0,68	0,022	<0,01
C 20:0	0,22	0,22	0,23	0,25	0,23	0,23	0,23	0,24	0,26	0,26	0,23	0,26	0,003	-
C 20:1	0,18	0,21	0,21	0,20	0,23	0,22	0,20	0,18	0,20	0,22	0,22	0,21	0,003	0,027
Inne / Other	2,20	2,51	2,24	2,28	2,29	2,17	1,83	1,89	1,92	1,53	1,81	1,91	0,220	-

SEM – średni błąd standardowy / standard error of the means

T a b e l a 2

Zawartość poszczególnych grup kwasów tłuszczowych nasyconych i nienasyconych w tłuszczu mlekowym w okresie rocznym [% sumy kwasów].
Content of individual groups of saturated and unsaturated fatty acids in milk fat during one year [% of total acids].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Miesiące / Months												SEM	p
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV		
SFA	66,42	63,56	63,37	61,75	62,60	64,95	72,28	74,23	72,28	72,75	73,14	71,81	0,417	<0,01
UFA ¹	31,39	33,94	34,39	35,97	35,12	32,88	25,89	23,89	25,80	25,72	25,05	26,28	0,394	<0,01
MUFA	27,49	29,69	29,91	30,93	30,26	28,65	23,23	21,53	23,23	23,10	22,68	23,77	0,306	<0,01
PUFA	3,90	4,25	4,48	5,04	4,86	4,23	2,67	2,36	2,58	2,62	2,37	2,51	0,090	<0,01
DFA ²	42,47	46,23	47,26	48,47	47,10	43,96	33,97	31,13	34,08	34,00	33,09	34,79	0,570	<0,01
OFA ³	55,34	51,26	50,50	49,25	50,61	53,87	64,20	66,99	64,00	64,47	65,10	63,30	0,594	<0,01
DFA:OFA	0,77	0,90	0,94	0,98	0,93	0,82	0,53	0,46	0,53	0,53	0,51	0,55	0,017	<0,01
UFA:SFA	0,47	0,53	0,54	0,58	0,56	0,51	0,36	0,32	0,36	0,35	0,34	0,37	0,008	<0,01

¹ UFA = MUFA + PUFA; ² DFA = UFA + C18:0; ³ OFA = SFA – C18:0

[10], Kuczyńska i wsp. [16] oraz Lock i Garnsworthy [18] stwierdzili mniejsze zawartości tej grupy kwasów w okresie żywienia letniego, w porównaniu z zimowym. Whiting i wsp. [29] również uzyskali mniejszą zawartość SFA przy żywieniu krów zielonką z lucerny (48,42 g/100 g tłuszczu) niż przy kiszonce z lucerny (53,66 g/100 g tłuszczu). Tym samym stosunek UFA : SFA był korzystniejszy w okresie lata (0,47 - 0,58 %) niż w okresie zimy (0,32 - 0,37 %). Od maja do października zawartość kwasów UFA mieściła się w granicach od 31,39 do 35,97 %, MUFA od 27,49 do 30,93 %, a PUFA od 3,90 do 5,04 %. Lock i Garnsworthy [18] oznaczyli największą zawartość PUFA w mleku (6,4 g/100 g) w miesiącu lipcu, a najmniejszą w listopadzie (4,5 g/100 g). Grega i wsp. [12], oceniając mleko krów, wykazali również większy udział jednonienasyconych MUFA (32,65 %) i wielonienasyconych PUFA (3,95 %) w okresie letnim. Kuczyńska i wsp. [16] uzyskali również większą zawartość MUFA latem (29,16 g/100 g tłuszczu) niż zimą (26,32 g/100 g tłuszczu). Również większą zawartością PUFA charakteryzowało się mleko krów w okresie letnim (3,884 g/100 g tłuszczu) niż zimowym (3,154 g/100 g tłuszczu). Potwierdzają to także badania Locka i Garnsworthy'ego [18], Elgersmy i wsp. [11], Whitinga i wsp. [29] oraz Brzóska [7].

Zawartość pożądanych kwasów tłuszczowych o działaniu hipocholesterolemicznym (DFA) była większa w okresie letnim (43,96 - 48,47 %), a mniejsza w okresie zimowym (31,13 - 34,79 %). W miesiącach zimowych stwierdzono większy poziom kwasów tłuszczowych o działaniu niepożądanym hipercholesterolemicznym (OFA) (63,30 - 66,99 %), a mniejszy w miesiącach letnich (49,25 - 55,34 %). Tym samym stosunek DFA : OFA był korzystniejszy w okresie lata i wynosił 0,77 - 0,98 %, a w okresie zimy udział DFA : OFA był niższy i wynosił od 0,46 do 0,55 %.

Wnioski

1. Na zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu mlekowym w dużym stopniu wpływa sezon produkcji mleka.
2. Tłuszcz mlekowy śmietanki w okresie letnim charakteryzował się większą zawartością jedno- (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA) kwasów tłuszczowych, tym samym udział kwasów tłuszczowych o działaniu hipocholesterolemicznym (DFA) był większy również w miesiącach letnich aniżeli w miesiącach zimowych.
3. Również stosunek DFA : OFA oraz UFA : SFA był korzystniejszy w okresie letnim.

Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis of the Associated Official Analytical Chemists, Chapter 32, Washington, 1990, DC.
- [2] Barłowska J., Litwińczuk Z., Król J., Topyła B.: Technological usefulness of milk of cows of six breeds maintained in Poland relative to a lactation phase. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, **15/56**, SI 1, 17-21.

- [3] Barłowska J., Litwińczuk Z., Topyła B., Król J.: Właściwości fizykochemiczne mleka krów czarno-białych i czerwono-białych w okresie wiosenno-letnim z uwzględnieniem fazy laktacji. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2005, **1**, 163-170.
- [4] Barłowska J., Litwińczuk Z., Topyła B.: Parametry fizykochemiczne tłuszczu mleka różnych ras z okresu żywienia wiosenno-letniego. *Med. Wet.*, 2005, **61**, 937-939.
- [5] Barłowska J., Litwińczuk Z.: Właściwości odżywcze i prozdrowotne mleka. *Med. Wet.*, 2009, **65** (3), 171-174.
- [6] Bauman D.E., Grinari J.M.: Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livest. Prod. Sci.*, 2001, **70**, 1-29.
- [7] Brzóska F.: Effect of copper inhibitors in diet on cow's yield milk composition and cholesterol level in milk and blood plasma. *Ann. Anim. Sci.*, 2004, **4**, 1, 43-55.
- [8] Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M.: Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières: acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *INRA Prod. Anim.*, 2001, **14**, 323-335.
- [9] Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M.: Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livest. Prod. Sci.*, 2001, **70**, 31-48.
- [10] Dhiman T.R., Anand G.R., Satter L.D., Pariza M.W.: Conjugated linoleic acid content of milk cows fed different diets. *J. Dairy Sci.*, 1999, **82**, 10, 2146-2156.
- [11] Elgersma A., Ellen G., van Der Horst H., Boer H., Dekker P.R., Tamminga S.: Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet. *Animal Feed Sci. Technol.*, 2004, **117**, 13-27.
- [12] Grega T., Sady M., Kraszewski J.: Przydatność technologiczna mleka krów rasy Simental. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2000, **27**, 1, 331-339.
- [13] Jensen R.G.: The composition of bovine milk lipids. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85**, 295-350.
- [14] Jurczak M.E.: Mleko. Produkcja, badania, przerób. Wyd. SGGW, Warszawa 1999.
- [15] Khanal R.C., Olson K.C.: Factors affecting conjugated linoleic acid (CLA) content in milk, meat, and egg: a review. *Pakistan J. Nutr.*, 2004, **3**, 82-98.
- [16] Kuczyńska B., Reklewska B., Karaszewska A.: Profil kwasów tłuszczowych w mleku wymienio- wym i zbiorczym krów czarno-białych z kilku regionów Polski. *Zesz. Nauk. Przegl. Hod.*, 1999, **44**, 143-150.
- [17] Litwińczuk A., Litwińczuk Z., Barłowska J., Florek M.: Surowce zwierzęce – ocena i wykorzystanie. PWRiL, Warszawa 2004.
- [18] Lock A.L., Garnsworthy P.C.: Season variation in milk conjugated linoleic acid and Δ^9 desaturase activity in dairy cows. *Livestock Prod. Sci.*, 2003, **79**, 47-59.
- [19] Looor J.J., Soriano F.D., Lin X., Herbein J.H., Polan C.E.: Grazing allowance after the morning or afternoon milking for lactating cows fed a total mixed ration (TMR) enhances trans-11 – 18:1 and cis-9, trans-11 – 18:2 (rumenic acid) in milk fat to different extents. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2003, **109**, 105-119.
- [20] Majjala K.: Cow milk and human development and well – being. *Livest. Prod. Sci.*, 2000, **65**, 1-18.
- [21] McGuire M.A., McGuire M.K.: Conjugated linolenic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *J. Anim. Sci.*, 2000, **77**, 1-8.
- [22] Michalski M.C., Ollivon M., Briard V., Leconte N., Lopez C.: Native fat globules of different sizes selected from raw milk: thermal and structural behavior. *Chem. Physies Lipids*, 2004, **132**, 247-261.
- [23] Nałęcz-Tarwacka T., Grodzki H.: Influence of early spring feeding of fatty acids levels of cow's milk. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/55**, 1, 67-70.
- [24] Nałęcz-Tarwacka T.: Wpływ wybranych czynników na zawartość funkcjonalnych składników mleka krów. Wyd. SGGW, Warszawa 2006.

- [25] Reklewski Z.: Doskonalenie walorów prozdrowotnych mleka – wpływ żywienia na jakość tłuszczu i poziom cholesterolu. Zesz. Nauk. Przegł. Hod., 2000, **51**, 27-39.
- [26] Schroeder G.F., Delahoy J.E., Vidaurreta I., Bargo F., Galiostro G.A., Muller L.D., Milk fatty acid composition of cows fed a total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. J. Dairy Sci., 2003, **86**, **10**, 3237–3248.
- [27] Sugano M., Yamasaki M., Yamada K., Huang Y.S.: Effect of conjugated linolein acid on polyunsaturated fatty acid metabolism and immune function. Chapter 25 In: Advances in conjugated linoleic acid research. M.P. Yurawecz, M.M. Mossoba, J.K.G. Kramer, M.W. Pariza, G. Nelson. AOCS Press, Champaign, IL 1999, vol. 1, pp. 327-339.
- [28] White S.L., Bertrand J.A., Wade M.R., Washburn S.P., Greek J.T., Jenkins T.C.: Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a Total Mixed Ration. J. Dairy Sci., 2001, **84**, 2295-2301.
- [29] Whiting C.M., Mutsvangwa T., Walton J.P., Cant J.P., McBride B.W.: Effects of feeding either fresh alfalfa or alfalfa silage on milk fatty acids content in Holstein dairy cows. Ann. Feed Sci. Technol., 2004, **113**, 1-4, 27-37.
- [30] Williams C.M.: Dietary fatty acids and human health. Ann. Zootech., 2000, **49**, 165-180.
- [31] Żegarska Z.: Tłuszcz mlekowy jako składnik diety człowieka. Przegł. Mlecz., 1998, **10**, 369-371.

EFFECT OF MILK PRODUCTION SEASON ON PROFILE OF FATTY ACIDS IN MILK FAT

S u m m a r y

The study comprised a research into the effect of milk production season on the content of fatty acids in milk fat. The study material consisted of milk fat isolated from a 30 % non-pasteurized sweet cream using an extraction method. The samples for analyses were taken 12 times per month during one year. The profile of fatty acids in milk fat was determined using a gas chromatography. The research performed shows that the milk production season significantly impacts both the profile of fatty acids in milk fat and the ratios of unsaturated (UFA, in it MUFA and PUFA) to saturated (SFA) fatty acids, as well as the content of hypocholesterolemic (DFA) and hypercholesterolemic acids (OFA).

Key words: milk fat, fatty acids, production season, SFA, MUFA, PUFA ☒

BARBARA FELKNER-POŹNIAKOWSKA, RENATA PIETRZAK-FIEĆKO,
MICHALINA KOTLARSKA, SYLWIA KACPRZAK

SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH TŁUSZCZU MLEKA KRÓW Z CHOWU ALKIERZOWEGO W OKRESIE LETNIM I ZIMOWYM

Streszczenie

Skład i jakość mleka zależą od różnych czynników, m.in. uwarunkowań genetycznych, środowiskowych, stanu fizjologicznego zwierząt oraz pory roku. Wpływ pory roku uwidocznia się sezonowością w produkcji mleka (sezon zimowy – żywienie oborowe; sezon letni - żywienie pastwiskowe). Jednak w ostatnich latach zmieniają się warunki chowu bydła mlecznego, które polegają na przechodzeniu na całoroczne alkierzowe utrzymanie krów, w którym żywienie pastwiskowe zastąpione jest systemem PMR. Może to się wiązać ze zmianą składu mleka, w tym profilu kwasów tłuszczowych. W celu zweryfikowania tej hipotezy, podjęto badania mające na celu analizę tłuszczu mleka z sezonu letniego oraz zimowego, pobranego z dużego gospodarstwa rolnego stosującego żywienie systemem PMR. Tłuszcz z mleka ekstrahowano metodą Rösego-Gottlieba, zaś estry metylowe kwasów tłuszczowych w wyodrębnionym tłuszczu przygotowano według metody IDF Standard. Rozdział estrów metylowych wykonano metodą chromatografii gazowej, stosując chromatograf gazowy wyposażony w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID). Stwierdzono, że w okresie letnim tłuszcz pozyskanego mleka zawierał więcej nienasyconych, a w okresie zimowym – więcej nasyconych kwasów tłuszczowych. Różnice te spowodowane były przede wszystkim wzrostem zawartości kwasu oleinowego, stearynowego oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, a także zmniejszeniem zawartości kwasów palmitynowego, mirystynowego i laurynowego w okresie letnim. Ponadto wykazano, że pomimo zastosowania alkierzowego sposobu utrzymania krów, w profilu kwasów tłuszczowych nadal występują zmiany, które są charakterystyczne dla sezonu letniego oraz zimowego.

Słowa kluczowe: mleko krowie, kwasy tłuszczowe, sezon żywienia, sezon letni, sezon zimowy, chów alkierzowy

Wprowadzenie

Mleko krowie jest podstawowym produktem w diecie człowieka, zarówno w postaci oryginalnej, jak i przetworzonej. Głównym składnikiem energetycznym mleka jest tłuszcz, który spośród tłuszczów naturalnych wyróżnia się przyswajalnością, wynikającą z łatwości emulgowania się [13]. Znaczenie tłuszczu mlekowego związane jest z jego wyjątkowo złożonym składem, charakteryzującym się występowaniem około 400 - 500 kwasów tłuszczowych [2, 5, 14, 21, 24, 28, 32, 33]. Wyjątkową cechą tłuszczu mleka krowiego jest obecność krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, które stanowią źródło łatwo dostępnej energii niezbędnej do funkcjonowania m.in. serca, wątroby, nerek, płytek krwi, układu nerwowego, mięśni. Kwasy te nie powodują wzrostu poziomu lipidów we krwi, a więc nie przyczyniają się do otyłości [29]. Ponadto, tłuszcz mleczny zawiera wielonienasycone kwasy tłuszczowe (ok. 3 - 5 %), w tym sprzężony kwas linolowy (CLA), który przejawia wiele specyficznych właściwości funkcjonalnych i prozdrowotnych [1, 5, 18, 23, 25, 27, 30].

Skład i jakość mleka zależą od różnych czynników, z których wiele ze sobą współdziała. Należą do nich m.in. uwarunkowania genetyczne, środowiskowe oraz stan fizjologiczny zwierząt. Jednym z czynników poza genetycznych, wpływającym na skład, wydajność oraz właściwości mleka, jest pora roku. Wpływ tego czynnika uwiidocznia się sezonowością produkcji mleka, której przyczyn należy upatrywać w zmianach warunków utrzymania oraz żywienia krów [6]. Sezonowość zmian tworzą dwa przedziały czasowe – sezon żywienia oborowego (zimowego), kiedy krowy nie otrzymują paszy zielonej i sezon żywienia pastwiskowego (letniego), kiedy pasze zielone są jedynym lub głównym składnikiem dawki pokarmowej [12]. Wielu autorów [15, 19, 20, 29] wskazuje na sezon produkcji jako jeden z czynników decydujących o poziomie i proporcjach kwasów tłuszczowych w mleku. Należy jednak zauważyć, że w ostatnich latach zmieniają się warunki chowu bydła mlecznego. W krajach rozwiniętych Europy i Ameryki Północnej, osiągających wysoką produkcję mleka, powszechnie przechodzi się na całoroczne alkiezrowe utrzymanie krów, w którym trawa pastwiskowa zastępowana jest kiszonkami. Ten model żywienia stosuje się coraz powszechniej w wysoko wydajnych stadach w Polsce [22]. Można więc oczekiwać, że zmiana systemu żywienia wpłynie także na modyfikację profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego.

W celu zweryfikowania ww. poglądu podjęto badania mające na celu analizę mleka z sezonu letniego oraz zimowego, pobieranego z obory znajdującej się na terenie województwa warmińsko-mazurskiego, w której stosuje się alkiezrowe utrzymanie krów.

Material i metody badań

Materiałem badawczym było mleko pozyskiwane w okresie żywienia zimowego (w grudniu 2010 oraz styczniu 2011) oraz letniego (w czerwcu i lipcu 2011) bezpośrednio z Zakładu Produkcyjno-Doświadczalnego „Bałcyny”, znajdującego się na terenie województwa warmińsko-mazurskiego. Mleko pochodziło od liczącego 250 sztuk stada krów rasy holszyńsko-fryzyjskiej. W gospodarstwie stosowano żywienie krów w systemie PMR (Partially Mixed Ration). Zwierzętom podawano jednakową dawkę pokarmową zbilansowaną na poziomie średniej wydajności mlecznej stada (20 kg mleka/dzień). Paszę treściwą podawano dodatkowo z automatycznych stacji żywienia w ilościach dostosowanych do aktualnej wydajności krów i wynikających z niej potrzeb produkcyjnych. Skład PMR w okresie letnim i zimowym był taki sam – w żywieniu zwierząt stosowano dawkę pokarmową z udziałem: kiszonki z kukurydzy, siana, sianokiszonki z motylkowych, przemysłowych mieszanek i dodatku śrut zbożowych.

Próbki mleka pobierano trzy razy w miesiącu (5., 15. i 25. dnia miesiąca) w ilości 250 ml z tanku zbiorczego, który zawierał całość udoju z dwóch dni, w chwili przekazywania surowca do cysterny samochodowej odbierającej mleko do przetwórstwa w zakładzie mleczarskim. Następnie próbki przewożono w warunkach chłodniczych (4 °C) do laboratorium w celu wykonania odpowiednich analiz. Średnia zawartość tłuszczu w badanym mleku wynosiła 4,18 %, zaś białka – 3,35 %. Łącznie przebadano 24 próby mleka.

W celu oznaczenia profilu kwasów tłuszczowych w badanym mleku wstępnie wydzielono tłuszcz mlekowy poprzez ekstrakcję metodą Rösego-Gottlieba, według opisu podanego przez Budślawskiego i Drabenta [3]. Metoda polegała na wytrząsaniu próbki mleka z amoniakiem, alkoholem, eterem etylowym, a następnie eterem naftowym. Po oddzieleniu frakcji eterowej i oddestylowaniu eterów, uzyskiwano tłuszcz do dalszych badań.

Estry metylowe kwasów tłuszczowych w wyodrębnionym tłuszczu przygotowywano według metody Międzynarodowej Organizacji Mleczarskiej [9], polegającej na metylacji kwasów tłuszczowych przy użyciu 2 M metanolowego roztworu KOH. Rozdział estrów metylowych wykonywano metodą chromatografii gazowej, przy użyciu chromatografu gazowego Hewlett-Packard-6890 wyposażonego w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID) i kolumnę kapilarną Supelcowax 10, o długości 100 m, średnicy wewnętrznej 0,25 mm i grubości filmu 0,25 µm. Gazem nośnym był hel o przepływie 1,5 ml/min. Temp. rozdziału: kolumna 60 °C (1 min) przyrost 5 °C/min do 180 °C, detektor 250 °C, dozownik 225 °C.

Identyfikację kwasów tłuszczowych przeprowadzano na podstawie względnego czasu ich retencji w stosunku do czasów retencji wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych. W tym celu zastosowano mieszaninę 37 wzorców estrów metylowych

kwasów tłuszczowych Supelco 37 Component FAME Mix. Do obliczeń modułu procentowego kwasów tłuszczowych wykorzystano program komputerowy Chemstation.

Przeprowadzone oznaczenia obejmowały 22 kwasy tłuszczowe od C4:0 do C20:1, które podzielono na sześć następujących grup kwasów: kwasy nasycone krótkołańcuchowe, kwasy nasycone długołańcuchowe, kwasy nasycone ogółem, kwasy jednonienasycone, kwasy wielonienasycone oraz kwasy nienasycone ogółem. Z powodu dużej objętości tabel zawierających cząstkowe wyniki wszystkich badanych prób, które ze względów technicznych nie byłyby możliwe do przedstawienia w niniejszej pracy w całości, ograniczono się do przedstawienia wyników uśrednionych. Obliczono także średnie odchylenie standardowe oraz średni współczynnik zmienności z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego Excel.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono uśrednione udziały nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku krowim z okresu zimowego.

W mleku pobranym z okresu zimowego nasycone kwasy tłuszczowe stanowiły średnio 71,90 % ogólnej ilości kwasów tłuszczowych. Na krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe przypadło średnio 10,64 %, co stanowiło średnio 14,8 % ogólnej ilości nasyconych kwasów tłuszczowych. Wyniki te były zbliżone do uzyskanych przez Jaworskiego [12]. Spośród nasyconych kwasów tłuszczowych składnikiem występującym w największej ilości był kwas palmitynowy, stanowiący średnio 29,76 % ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Kwasy tłuszczowe o nieparzystej liczbie atomów węgla w cząsteczce stanowiły zaledwie 2,86 % ogólnego składu. Również pary izomeryczne o rozgałęzionym łańcuchu węglowym występowały w niewielkich ilościach (średnio 3,53 %).

W tab. 2. przedstawiono wyniki ilościowego składu nienasyconych kwasów tłuszczowych w badanych próbkach mleka krowiego z okresu zimowego.

Pod względem ilościowym zasadniczą pozycję stanowiły jednonienasycone kwasy tłuszczowe o parzystej liczbie atomów węgla w cząsteczce w szeregu homologicznym od C10 do C20 i jeden kwas o nieparzystej liczbie atomów węgla – C17. Udział tych kwasów w ogólnej ilości nienasyconych kwasów tłuszczowych wynosił średnio 91,35 % na 30,69 % kwasów nienasyconych w ogólnym składzie tłuszczu. Dominującym był kwas oleinowy ze średnią zawartością 19,28 % w składzie ogólnym, plasujący się na drugiej pozycji po kwasie palmitynowym.

Tabela 1

Udział nasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości kwasów tłuszczowych w mleku z okresu zimowego.

Per cent content of saturated fatty acids in total amount of fatty acids in milk from the winter period.

Nasycone kwasy tłuszczowe Saturated fatty acids (SFA)	Kwas tłuszczowy Fatty acid	$\bar{x}$ [% sumy kwasów] [% of total acids]	Średnie odchylenie standardowe Average standard deviation	Średni współczynnik zmienności Average coefficient of variation
Krótkołańcuchowe Short-chain fatty acids (SCFA)	C4:0	3,33	0,19	5,79
	C6:0	2,38	0,13	5,50
	C8:0	1,54	0,09	6,01
	C10:0	3,52	0,20	5,59
	Suma / Total	10,64	0,40	14,75
Długołańcuchowe Long-chain fatty acids (LCFA)	C11:0	0,12	0,01	5,40
	C12:0	4,06	0,14	3,52
	C13:0 iso	0,10	0,00	3,79
	C13:0	0,18	0,01	2,83
	C14:0 iso	0,09	0,00	1,64
	C14:0	11,77	0,16	1,33
	C15:0 iso	0,21	0,01	3,30
	C15:0 anteiso	0,47	0,01	1,45
	C15:0	1,48	0,02	1,21
	C16:0 iso	0,24	0,00	1,10
	C16:0	29,76	0,34	1,15
	C17:0	0,71	0,01	1,45
	C18:0	9,16	0,16	1,76
	C20:0	0,18	0,02	7,74
	Suma / Total	61,26	0,68	37,52
Całkowita suma / Total sum		71,90	1,08	52,27

Tabela 2

Udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości kwasów tłuszczowych w mleku z okresu zimowego.

Per cent content of unsaturated fatty acids in total amount of fatty acids in milk from the winter period.

Nienasycone kwasy tłuszczowe Unsaturated fatty acids (UFA)	Kwas tłuszczowy Fatty acid	$\bar{x}$ [% sumy kwasów] [% of total acids]	Średnie odchylenie standardowe Average standard deviation	Średni współczynnik zmienności Average coefficient of variation
Jednonienasycone Monounsaturated fatty acids (MUFA)	C10:1	0,38	0,02	6,12
	C12:1	0,03	0,00	5,15
	C14:1	1,19	0,03	2,14
	C16:1	2,13	0,03	1,28
	C17:1	0,23	0,01	4,82
	C18:1 trans-6 do trans-9	0,59	0,01	1,08
	C18:1 trans-10 i trans-11	1,31	0,03	2,11
	C18:1 trans-12	0,41	0,01	2,13
	C18:1 cis-9	19,28	0,34	1,79
	C18:1 cis-11	0,99	0,01	1,27
	C18:1 cis-12	0,38	0,01	2,47
	C18:1 cis-13	0,14	0,01	6,68
	C18:1 trans-16	0,34	0,01	2,80
	C20:1	0,11	0,00	4,48
	Suma / Total	27,51	0,52	44,33
Wielonienasycone Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	C18:2 trans-13 cis-9	0,25	0,01	2,96
	C18:2 trans-12 cis-9	0,29	0,01	3,26
	C18:2 trans-9 cis-12	0,07	0,00	4,94
	C18:2 trans-11 cis-15	0,12	0,00	3,58
	C18:2 cis-9 cis-12	1,66	0,03	1,64
	C18:3	0,39	0,01	3,44
	C18:2 sp	0,41	0,01	3,65
	Suma / Total	3,18	0,08	23,48
Całkowita suma / Overall Total		30,69	0,60	67,81

Tabela 3

Udział nasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości kwasów tłuszczowych w mleku z okresu letniego.

Per cent content of saturated fatty acids in total amount of fatty acids in milk from the summer period.

Nasycone kwasy tłuszczowe Saturated fatty acids (SFA)	Kwas tłuszczowy Fatty acid	$\bar{x}$ [% sumy kwasów] [% of total acids]	Średnie odchylenie standardowe Average standard deviation	Średni współczynnik zmienności Average coefficient of variation
Krótkołańcuchowe Short-chain fatty acids (SCFA)	C4:0	3,03	0,17	5,61
	C6:0	2,11	0,08	3,86
	C8:0	1,35	0,05	3,91
	C10:0	3,03	0,10	3,59
	Suma / Total	9,52	0,40	16,98
Długołańcuchowe Long-chain fatty acids (LCFA)	C11:0	0,08	0,00	2,68
	C12:0	3,45	0,08	2,46
	C13:0 iso	0,08	0,00	2,03
	C13:0	0,14	0,01	4,24
	C14:0 iso	0,10	0,00	1,79
	C14:0	10,83	0,13	1,22
	C15:0 iso	0,25	0,02	6,39
	C15:0 anteiso	0,45	0,01	1,56
	C15:0	1,21	0,01	0,77
	C16:0 iso	0,28	0,02	5,58
	C16:0	27,31	0,15	0,53
	C17:0	0,67	0,00	0,70
	C18:0	10,90	0,12	1,11
	C20:0	0,21	0,01	3,60
	Suma / Total	55,96	0,56	34,67
Całkowita suma / Overall Total		65,48	0,96	51,65

W składzie nienasyconych kwasów tłuszczowych, głównie z powodu funkcji fizjologicznych, istotną pozycję zajmują kwasy wielonienasycone. Wśród PUFA kwasem występującym w największej ilości był kwas linolowy, który stanowił 7,79 % ogólnej ilości kwasów nienasyconych. Średnia zawartość kwasu linolowego w analizowanych próbkach była większa od oznaczonej przez Budślawskiego i wsp. (5,88 %) [4], a także od wartości stwierdzonych przez Herba i wsp. [8] oraz Iversona i wsp.

[10]. Zawartość sprzężonego kwasu linolowego (CLA) była zbliżona do poziomu kwasu linolenowego (1,35 %) i wynosiła 1,42 % puli wszystkich kwasów nienasyconych.

Wyniki zawarte w tab. 3. wskazują na bardzo istotne zmiany składu kwasów tłuszczowych w porównaniu z tłuszczem mlekowym z okresu zimowego.

Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku z sezonu letniego była mniejsza (65,48 %) w porównaniu z okresem zimowym (71,90 %). Stwierdzono, że ogólne zmniejszenie sumy nasyconych kwasów tłuszczowych w okresie letnim nie oznaczało zmian wszystkich kwasów w jednakowym stopniu. Zmniejszeniu uległa zawartość kwasów o długości łańcucha węglowego poniżej C16. Zawartość kwasu C17:0 utrzymała się na podobnym poziomie (okres zimowy – 0,71 %, okres letni – 0,65 % ogólnej puli kwasów tłuszczowych). Natomiast zawartość kwasu C18:0 była większa w tłuszczu mlekowym z okresu letniego o prawie 2 %. Analogiczne tendencje wystąpiły także w badaniach innych autorów [4, 7, 12, 17].

W ogólnej ilości kwasów tłuszczowych, zawartość krótkołańcuchowych kwasów nasyconych uległa zmniejszeniu w stosunku do okresu zimowego (średnie zawartości odpowiednio 9,52 % i 10,64 %).

Sprzężony kwas linolowy (CLA), podobnie jak pozostałe funkcjonalne nienasycone kwasy tłuszczowe, przenika do mleka z krwi i jego poziom w znacznym stopniu zależy od zawartości w pożywieniu krów [29]. Ilość tego kwasu w okresie letnim była większa (0,50 %) niż w okresie zimowym (0,41 % ogólnej ilości kwasów tłuszczowych) (tab. 4.). Powyższa tendencja potwierdza wyniki badań Gardziny i wsp. (zawartości CLA w mleku z sezonu letniego – 1,7 %; zimowego – 0,89 %) [7], a także Kuczyńskiej i Puppel [16] (odpowiednio 1,38 g i 0,92 g/100 g tłuszczu) oraz Reklewskiej i wsp. [29] (6,7 g i 5,4 g/100 g tłuszczu).

Tłuszcz mlekowy wydzielony z mleka otrzymanego w sezonie letnim charakteryzował się większą zawartością kwasów nienasyconych, wynoszącą średnio 34,52 % niż ten z okresu zimowego – 30,69 %. Znacznym zmianom uległy także wzajemne proporcje nienasyconych kwasów tłuszczowych. Mimo bardzo dużego wzrostu zawartości kwasu oleinowego w sezonie letnim (o ponad 3 jednostki), poziom jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości kwasów nienasyconych uległ nieznacznemu zmniejszeniu (wartości średnie odpowiednio 89,31 % wobec 89,63 %). Wiązało się to ze zmniejszeniem ilości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych o łańcuchu węglowym poniżej C18 i stosunkowo dużym wzrostem ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. W okresie letnim łączna zawartość PUFA stanowiła średnio około 3,69 % ogólnej ilości kwasów tłuszczowych, podczas gdy w okresie zimowym 3,18 %. Tendencja ta potwierdza wyniki badań Kuczyńskiej i wsp. [15], którzy stwierdzili większą zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku z sezonu letniego (3,88 g/100 g) niż zimowego (3,15 g/100 g tłuszczu). Analogiczne wyniki badań uzyskali Gardzina i wsp. [7] – poziom tej grupy kwasów w okresie letnim wy-

nosił 5,04 %, zaś w sezonie zimowym – 3,81 %. Także Lock i Garnsworthy [19] największą zawartość PUFA oznaczyli w mleku w lipcu (6,4 g/100 g FAME), a najmniejszą w listopadzie (4,5 g/100 g FAME).

Tabela 4

Udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości kwasów tłuszczowych w mleku z okresu letniego

Per cent content of unsaturated fatty acids in total amount of fatty acids in milk from the summer period.

Nienasycone kwasy tłuszczowe Unsaturated fatty acids (UFA)	Kwas tłuszczowy Fatty acid	$\bar{x}$ [% sumy kwasów] [% of total acids]	Średnie odchylenie standardowe Average standard deviation	Średni współczynnik zmienności Average coefficient of variation
Jednonienasycone Monounsaturated fatty acids (MUFA)	C10:1	0,30	0,01	3,51
	C12:1	0,03	0,00	5,50
	C14:1	0,98	0,01	1,49
	C16:1	1,96	0,03	1,28
	C17:1	0,25	0,01	3,18
	C18:1 trans-6 do trans-9	0,67	0,02	3,28
	C18:1 trans-10 i trans-11	1,75	0,02	1,00
	C18:1 trans-12	0,48	0,01	1,05
	C18:1 cis-9	22,28	0,23	1,02
	C18:1 cis-11	1,05	0,01	1,39
	C18:1 cis-12	0,44	0,01	1,71
	C18:1 cis-13	0,16	0,01	5,34
	C18:1 trans-16	0,37	0,01	3,40
	C20:1	0,11	0,01	5,73
	Suma / Total	30,83	0,38	38,87
Wielonienasycone Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	C18:2 trans-13 cis-9	0,27	0,01	3,95
	C18:2 trans-12 cis-9	0,31	0,01	2,80
	C18:2 trans-9 cis-12	0,05	0,00	8,65
	C18:2 trans-11 cis-15	0,13	0,01	4,45
	C18:2 cis-9 cis-12	2,03	0,03	1,47
	C18:3	0,39	0,03	8,15
	C18:2 sp	0,50	0,01	1,33
	Suma / Total	3,69	0,09	30,79
Całkowita suma / Overall Total		34,52	0,47	69,67

Występowanie w tłuszczu mlekowym izomerów geometrycznych nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji trans (TFA) wzbudza duże zainteresowanie ze względu na ich szkodliwe działanie na zdrowie człowieka. W mleku i produktach mleczarskich zawartość TFA wynosi średnio 1,5 - 6,5 % [31]. Jak twierdzą Jahreis i wsp. [11], dość duży wpływ na zawartość izomerów trans w mleku ma system utrzymania krów i związany z tym system żywienia. W przypadku mleka z okresu letniego stwierdzono większą zawartość izomerów trans kwasów C18:1 i C18:2 w ogólnej puli kwasów tłuszczowych niż w przypadku mleka zimowego (odpowiednio 4,03 i 3,39 %). Podobne zależności występowały w badaniach innych autorów [12, 26, 34].

Wnioski

1. W okresie letnim tłuszcz mleka pozyskanego z gospodarstwa stosującego alkie-rzowe utrzymanie krów zawierał więcej nienasyconych kwasów tłuszczowych niż w okresie zimowym. Różnice te spowodowane były przede wszystkim wyższymi poziomami kwasu oleinowego oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.
2. Tłuszcz mleka z okresu zimowego zawierał więcej nasyconych kwasów tłuszczowych, na co wpływ miała głównie większa zawartość kwasu palmitynowego (C16:0), mirystynowego (C14:0) oraz laurynowego (C12:0).
3. Pomimo zastosowania alkierzowego systemu utrzymania krów, w profilu kwasów tłuszczowych nadal występują zmiany charakterystyczne dla sezonu letniego oraz zimowego.

Literatura

- [1] Banni S.: Conjugated linoleic acid metabolism. *Curr. Opin. Lipidol.* 2002, **13**, 261-266.
- [2] Barłowska J., Grodzicki T., Topyła B., Litwińczuk Z.: Physicochemical properties of milk fat from three breeds of cows during summer and winter feeding. *Arch. Tierz.*, 2009, **4 (52)**, 356-363.
- [3] Budślawski J., Drabent Z.: Metody analizy żywności. WNT, Warszawa 1972.
- [4] Budślawski J., Jaworski J., Jaworska H., Tomasik M.: Skład chemiczny tłuszczu mlekowego. 1. Wstępna charakterystyka składu kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka krowiego z okresu żywienia oborowego i pastwiskowego. *Zesz. Nauk. WSR. Olszt.*, 1967, **23**, 489-502.
- [5] Cichosz G.: Aterogenne właściwości tłuszczu mlekowego – rzeczywistość czy mit? *Przegl. Mlecz.*, 2007, **4 (64)**, 32-34.
- [6] Felińczak A., Fetting A., Szarek J., Czaja H., Kurbiel A.: Zmiany składu i cech fizykochemicznych mleka krów rasy simental w zależności od sezonu. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.*, 2003, **17**, 849-851.
- [7] Gardzina E., Felińczak A., Węglarz A., Ormian M., Pustkowiak H.: Udział bioaktywnych kwasów tłuszczowych w mleku krowim w zależności od wybranych czynników. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.*, 2005, **12**, 87-90.
- [8] Herb S.F., Magidman P., Luddy F.E., Riemenschneider R.W.: Fatty acids of cow's milk. B. Composition by gas-liquid chromatography aided by other methods of fractionation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1962, **39**, 142-146.

- [9] International IDF Standard. 1999. 182: Milk fat and milk fat products. Determination of the fatty acids.
- [10] Iverson J.L., Eisner J., Firestone D.: Detection of trace fatty acids in fats and oils by urea fraction and gas-liquid chromatography. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1965, **42**, 1063-1068.
- [11] Jahreis G., Fritsche J., Steinhart H.: Monthly variations of milk composition with special regard to fatty acids depending on season and farm management systems- conventional versus ecological. *Fett/Lipid*, 1996, **98**, 356-359.
- [12] Jaworski J.: Skład tłuszczu mlekowego – uwarunkowania środowiskowe. *Mat. Konf. Nauk. „Tłuszcz mlekowy w żywieniu człowieka”*. ART Olsztyn, 22-23 września 1995, ss. 5-19.
- [13] Jaworski J.: Studia porównawcze składu kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego. *Zesz. Nauk. ART. Olszt. Technol. Żywn.*, 1978, **13**, 91-135.
- [14] Jensen R.G.: The composition of bovine milk lipids. January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85**, 295-350.
- [15] Kuczyńska B., Reklewska B., Karaszewska A.: Profil kwasów tłuszczowych w mleku wymienionym i zbiorczym krów czarno- białych z kilku rejonów Polski. *Zesz. Nauk. Przegl. Hod.*, 1999, **44**, 143-150.
- [16] Kuczyńska B., Puppel K.: Profil kwasów tłuszczowych mleka krowiego w zależności od rasy, systemu żywienia oraz pory roku. *Przegl. Mlecz.*, 2009, **1**, 10-14.
- [17] Kuzdzal-Savoie S.: Influence de la composition de la ration alimentaire sur la composition chimique du beurre de vache. Teza, Faculte des Sciences Universite de Paris 1964.
- [18] Lawless F., Stanton C., L'Escop P., Devery R., Dillon P., Murphy J.J.: Influence of breed on bovine milk cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid content. *Livest. Prod. Sci.*, 1999, **62**, 43-49.
- [19] Lock A.L., Garnsworthy P.C.: Season variation in milk conjugated linoleic acid and desaturase activity in dairy cows, *Livestock Prod. Sci.*, 2003, **79**, 47-59.
- [20] Michalski M., Oliivon M., Briard V., Leconte N., Lopez C.: Native fat globules of different size selected from raw milk: thermal and structural behavior. *Chem. Phys. Lip.*, 2004, **132**, 247-261.
- [21] Nałęcz-Tarwacka T.: Wpływ wybranych czynników na zawartość funkcjonalnych składników tłuszczu mleka krów. Wyd. SGGW, Warszawa 2006.
- [22] Nałęcz-Tarwacka T., Grodzki H., Kuczyńska B., Zdziarski K.: Wpływ dawki pokarmowej na zawartość składników frakcji tłuszczowej mleka krów. *Med. Wet.*, 2009, **65 (7)**, 487-491.
- [23] Park Y., Albright K.J., Liu W., Storkson J.M., Cook M.E., Pariza M.W.: Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*, 1997, **32**, 853-858.
- [24] Parodi P.W.: Milk fat in human nutrition. *Austral. Dairy Technol.*, 2004, **59**, 3-59.
- [25] Pfeuffer M.: Physiologic effects of individual fatty acids in animal and human body with particular attention to conary heart disease risk modulation. *Arch Tierz*, 2001, **44**, 89-98.
- [26] Precht D., Molkentin J.: Trans-Octadecensäuren in Milchl fett und Margarine. *Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, 1998, **46**, 249-261.
- [27] Przybojewska B., Rafalski H.: Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka. Sprzężony kwas linolowy CLA (cz. 2). *Przegl. Mlecz.*, 2003, **5**, 173-175.
- [28] Reklewska B., Bernatowicz E.: Milk functional components – significance for the organism and possibilities for modifying their level in the milk of cows. *Appl. Sci. Rep. Anim. Prod. Review*, 2003, **71**, 47-69.
- [29] Reklewska B., Bernatowicz E., Reklewski Z., Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Zdziarski K., Oprządek A.: Zawartość biologicznie aktywnych składników w mleku krów zależnie od systemu żywienia i sezonu. *Zesz. Nauk. Przegl. Hod.*, 2003, **68 (1)**, 85-98.
- [30] Seifert M.F., Watkins B.A.: Role in dietary lipid and antioxidants in bone metabolism. *Nutr. Res.*, 1997, **17**, 1209-1228.

- [31] Skrzypek R.: Wpływ tłuszczu zawartego w pokarmie na zdrowotność konsumenta, znaczeniu tłuszczu mleka krowiego i wołowiny. Mat. VII Szkoły Zimowej z Zakresu Hodowli Bydła, Zakopane 1999, ss. 246-269.
- [32] Wroński M., Rzemieniewski A., Wielgosz-Groth Z., Sobczuk-Szul M.: Wpływ sezonu i poziomu produkcji mleka na zawartość kwasów tłuszczowych w mleku krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Biul. Nauk. UWM, 2009, **30**, 95-101.
- [33] Żegarska Z.: Tłuszcz mlekowy jako składnik diety człowieka. Przegl. Mlecz., 1998, **10**, 369-371.
- [34] Żegarska Z., Paszczyk B.: Kwasy tłuszczowe trans w tłuszczu mlekowym. Konf. Nauk. „Tłuszcz mlekowy w żywieniu człowieka”, ART. Olsztyn, 22-23 września 1995.

COMPOSITION OF FATTY ACIDS IN MILK FAT FROM MILK OBTAINED FROM COWS GROWN IN COWSHEDS IN SUMMER AND WINTER SEASON PERIODS

S u m m a r y

The composition and quality of milk depend on various factors, among other things, on genetic and environmental conditions, physiological status of animals, and season of the year. The effect of season of the year is reflected by the seasonality of milk production (winter season: indoor feeding; summer season: pasture feeding). However, in recent years, the conditions of dairy farming have changed, i.e. cows are kept in cowsheds all year long and the pasture feeding has been replaced by a PMR feeding system. This could be linked with changes in milk composition, including changes in the profile of fatty acids. In order to verify this hypothesis, a research study has been undertaken and focused on the analysis of fat in milk from the summer and winter periods. The milk studied was provided by a large farm applying a PMR feeding system. The milk fat was extracted using a Röse-Gottlieb method; the methyl esters of fatty acids in the fat extracted were prepared according to an IDF Standard method. The separation of methyl esters was performed by gas chromatography with the use of a gas chromatograph equipped with a flame ionization detector (FID). It was found that the fat from milk obtained in summer had more unsaturated fatty acids and the fat in milk from winter contained more saturated fatty acids. Those differences resulted from, primarily, the increased content of oleic, stearic, and polyunsaturated fatty acids, as well as from the decreased content of palmitic, myristic, and lauric acid in the summer period. Additionally, it was proved that despite the raising of cows in cowsheds, still, there were changes in the profile of fatty acids appearing characteristic for the summer and winter period.

Key words: cow's milk, fatty acids, feeding season, summer season, and winter season, raising in cowshed 

KRZYSZTOF MŁYNEK, ALICJA DZIDO, IZABELA JANIUK

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE WOŁOWINY I MIKROSTRUKTURA MIĘŚNI W ZALEŻNOŚCI OD WYSTĘPOWANIA WŁÓKIEN OLBRZYMICH

Streszczenie

Materiał badawczy stanowiły 124 mieszańce uzyskane w wyniku krzyżowania krów rasy czarno-białej, u których udział genów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej nie przekraczał 25 %, z buhajami: rasy czarno-białej (25 buhajów) i ras mięsnych (99 osobników).

Celem badań było porównanie cech histologicznych i właściwości fizykochemicznych wołowiny w zależności od występowania włókien olbrzymich w mięśniach buhajów czarno-białych i mieszańców towarowych.

Wykazano, że włókna olbrzymie występowały częściej w mięśniach mieszańców z rasami mięsnymi. Wśród mieszańców towarowych wykazano je w 42 % populacji, a w grupie buhajów rasy czarno-białej w 20 % populacji. Obecność włókien olbrzymich związana była z większą aktywnością ATP-azy miofibrilarnej, a transformacja włókien FTO w tych mięśniach skutkowałą zwiększeniem udziału włókien FTG (54, 4 - 58,5 %) i wzrostem: względnej powierzchni przekroju włókien o metabolizmie beztlenowym oraz indeksu beztlenowego AnF% (4,18 - 5,47). Stwierdzono, że mięśnie zawierające włókna olbrzymie wykazywały częściej cechy odstępstw jakościowych: pH₄₈ większe niż 5,8, mniejszą jasność barwy oraz większą zdolność utrzymywania wody.

Słowa kluczowe: buhaje, jakość mięsa, mikrostruktura, włókna olbrzymie

Wprowadzenie

Opłacalność produkcji w warunkach wolnego rynku, wynikająca z oczekiwań konsumentów, wymaga ciągłego doskonalenia jakości mięsa wołowego. Jedną z metod poprawiających cechy rzeźne jest krzyżowanie towarowe. Jednak intensyfikacja produkcji żywca wołowego może wiązać się z występowaniem zmian w mikrostrukturze mięśni i pojawianiem się odstępstw jakościowych wołowiny. Na jakość mięsa w dużym stopniu mają wpływ: żywienie, potencjał wzrostu, rasa oraz płeć [1, 8, 10, 12, 13],

Dr hab. K. Młynek, mgr A. Dzido, Katedra Hodowli Bydła i Oceny Mleka, dr I. Janiuk, Zakład Morfologii Kręgowców, Wydz. Przyrodniczy, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

masa ciała i wiek ubijanego bydła [14, 16]. Wynikają one nie tylko z dojrzałości somatycznej, która kształtuje m.in. wielkość mięśni, ale również z mikrostruktury i ich metabolizmu [25]. Ze strukturą mięśni kształtowaną przyżyciowo związane są: kruchość, zdolność utrzymywania wody, barwa i kwasowość mięsa [16, 24, 26], które mają duże znaczenie zarówno dla konsumenta, jak i w przetwórstwie.

Doskonalenie cech rzeźnych może skutkować nie tylko zmianą struktury włókien i przemian metabolicznych, ale również występowaniem fibryli wykazujących cechy hipertrofii tzw. włókien olbrzymich. Charakteryzują się one wyraźnie większą wielkością w porównaniu z innymi występującymi w wiązce oraz owalnym kształtem [7, 16] i towarzyszą stosunkowo często odchyleniom jakościowym mięsa.

W mięśniach bydła włókna olbrzymie wykryto w latach 80. XX w. [22] i pomimo istniejących opracowań [5, 8, 15], wiedza o etiologii ich powstawania pozostaje nadal niewystarczająca. Za czynniki sprzyjające ich tworzeniu uważa się między innymi genotyp, stres, wiek oraz rodzaj mięśnia [5, 11]. Włókna te wykazują przewagę metabolizmu beztlenowego [2]. Ich powstawanie związane jest najczęściej z czynnikiem wrażliwości na stres, np. u świń, i z mięsem PSE [20]. Jednak w przypadku wołowiny ten rodzaj odchylenia jakościowego występuje stosunkowo rzadko, a włókna olbrzymie stwierdza się również w mięśniach osobników bez tej wady [7, 11].

Celem badań było porównanie cech histologicznych i właściwości fizykochemicznych wołowiny w zależności od występowania włókien olbrzymich w mięśniach buhajów czarno-białych i mieszańców towarowych.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły 124 mieszańce, uzyskane w wyniku krzyżowania krów rasy czarno-białej, u których udział genów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej nie przekraczał 25 %, z buhajami: rasy czarno-białej – CB (25 buhajów) i ras mięsnych MT (99 osobników): charolais (21 szt.), limousin (21 szt.), blond de`aquitaine (19 szt.), simental (20 szt.) i piemontes (19 szt.). Pasze w żywieniu zwierząt stanowiły w sezonie jesienno-zimowym: siano skarmiane *ad libitum* oraz niewielki dodatek kiszonki z kukurydzy (ok. 10 kg/dobę) i śruty z mieszanki zbożowej (ok. 1,0 kg/dobę). W sezonie letnim stosowano: zielonkę skarmianą *ad libitum* oraz śrutę zbożową i niewielki dodatek siana. Zwierzęta transportowano z ferm do zakładów mięsnych oddalonych średnio o 100 km, a czas przewozu nie przekraczał 3 h. Po 24-godzinnym wypoczynku zwierzęta ubijano i poddawano rozbiorowi. Ocenę mikrostruktury mięśni przeprowadzano w mięśniach: *longissimus lumborum*, *semimembranosus* i *biceps brachii*. Włókna mięśniowe różnicowano na: STO (Slow-twitch Oxidative), FTO (Fast-twitch Oxidative-Glycolytic) i FTG (Fast-twitch Glycolytic) wg metody opisanej przez Ziegana [28]. Barwienie histochemiczne wykonywano wg metody opracowanej przez Dubovitzę i wsp. [6], w której włókna STO oraz FTO identyfikowano na podstawie aktywność

dehydrogenazy tetrazolowej (NADH-TR): po inkubacji w buforze o pH 4,0, w obecności dehydrogenazy (NADH) i soli tetrazolowej (NBT). Włókna FTG identyfikowano na podstawie aktywności ATP-azy miofibrylarnej, po inkubacji w buforze o pH 9,6.

Morfometrię wykonywano w 10 losowo wybranych wiązках trzeciorzędowych z każdego mięśnia pobranego do analiz, oceniając: liczbę włókien w wiązce, powierzchnię włókien danego typu (CSA), średnią powierzchnię włókien (MFA) oraz liczbę i średnią powierzchnię włókien olbrzymich (CSA-GF). Identyfikacji włókien olbrzymich dokonywano na podstawie wielkości i kształtu. Uwzględniając powierzchnię i frekwencję włókien, wyliczano relatywną powierzchnię, a następnie obliczano indeks beztlenowy:

$$\text{AnF\%} = [(\text{FTG} + \text{FTO}) / \text{STO}] \text{ oraz tlenowy } \text{AF\%} = [(\text{FTO} + \text{STO}) / \text{FTG}].$$

Analizy fizykochemiczne mięsa (*M. Ll.*, *M. Sb.* i *M. Bb.*) wykonywano 48 h po uboju (próbę przechowywano w foliowych woreczkach, w temp. 4 °C). Zdolność utrzymywania wody wolnej (WHC) określano metodą bibułową wg Pohji i Niinivaara [18] i wyrażano jako udział procentowy wody wolnej w mięsie. Jasność barwy mięsa oznaczano na poprzecznym przekroju w aparacie Minolta Chroma Meter CR-310 w systemie CIE $L^*a^*b^*$ (L^* - jasność barwy, a^* , b^* – współrzędne trójkromatyczności). Kruchość szerometryczną mierzono kruchościomierzem piekarniczym, wykorzystując bloczki świeżego mięsa (1×1×5 cm), siłę cięcia wyrażano w N/cm². Odczyn mięsa mierzono pH-metrem HI 98150 z elektrodą szklaną HI1618 firmy HANNA Instruments z wbudowanym konektorem temperatury i wewnętrzną pamięcią kalibracji.

Dane opracowano statystycznie w programie Statistica 9.0. Analiza obejmowała wyliczenie średniej ważonej ($\bar{x}$) i odchylenia standardowego (SD) poszczególnych cech oraz wykonanie dwuczynnikowej analizy wariancji w układzie nieortogonalnym. W modelu uwzględniono wpływ grupy genetycznej i włókien olbrzymich. Istotność różnic szacowano przy użyciu wielokrotnego testu rozstępu Duncana.

Wyniki i dyskusja

Przedstawiona w tab. 1. charakterystyka wskaźników rzeźnych ubijanych buhajów, od których pozyskiwano mięso do badań, wykazała, że osobniki z mięśniami niezawierającymi włókien olbrzymich (NS) ważyły średnio 497,5 i 514,5 kg, a ich wiek wyniósł 574,2 i 595,5 doby. Masa ciała i wiek osobników, w mięśniach których stwierdzono włókna olbrzymie (GF) kształtowały się odpowiednio od 556,8 do 565,7 kg i od 612,2 do 618,4 doby. Pomiędzy badanymi grupami mięśni wykazano natomiast statystycznie istotne różnice ($p \leq 0,05$) pod względem wydajności rzeźnej. W porównaniu z osobnikami bez włókien olbrzymich (NS), wskaźnik ten był większy od 1,9 do 2,2 % w przypadku buhajów, których mięśnie zawierały włókna olbrzymie (wynosząc 58,8 i 59,6 %). Również udziału wyrębów wartościowych w tej grupie (GF) okazał się bardziej korzystny, bo większy od 4,9 do 7,4 % (wynosząc 67,2 i 71,1 %).

Należy również zauważyć, że w przeciwieństwie do wydajności rzeźnej i udziału wyrębów wartościowych, na uformowanie tusz wpływ miało krzyżowanie towarowe.

Tabela 1

Wskaźniki rzeźne buhajów.

Slaughter characteristics of bulls.

Grupy genetyczne Genetic groups [n = 124]		Wskaźniki wartości rzeźnej / Slaughter value parameters				
		Masa ubojowa Slaughter weight [kg]	Wiek / Age [doba / day]	Wydajność rzeźna Dressing percentage [%]	Wyręby wartościowe Valuable cuts [%]	EUROP Uformowanie tusz Carcass conformation [pkt/points]
Mieszańce towarowe	NS [57]	497,5 ^a ± 21,9	574,2 ^a ± 62,5	57,4 ^a ± 2,1	63,7 ^a ± 8,3	3,5 ^a ± 0,8
Commercial crossbreeds	GF [42]	556,8 ^b ± 33,8	612,2 ^b ± 54,7	59,6 ^b ± 1,9	71,1 ^b ± 5,5	3,1 ^a ± 0,6
CB	NS [20]	514,5 ^a ± 29,4	595,5 ^a ± 48,3	56,9 ^a ± 2,2	62,3 ^a ± 5,7	2,4 ^b ± 0,5
	GF [5]	565,7 ^b ± 21,5	618,4 ^b ± 28,9	58,8 ^b ± 1,6	67,2 ^b ± 3,3	2,7 ^b ± 0,6

Objaśnienia: / Explanatory notes:

($\bar{x} \pm sd$); NS – mięśnie bez włókien olbrzymich / muscles with no giant fibres present; GF – mięśnie z włóknami olbrzymimi / muscles with giant fibres; a,b,... – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values denoted by different superscripts differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

Na poprawę wydajności rzeźnej oraz bardziej korzystny skład morfotyczny tusz mieszańców towarowych wskazują wyniki wielu badań [1, 10, 13, 16]. Według tych badań mieszańce charakteryzowały się większą masą tusz i wydajnością rzeźną, a tusze zawierały więcej mięsa i były mniej otluszczone. Grodzki i wsp. [10], Pogorzelska i wsp. [17] oraz Meller i Wroński [14] wykazali wydajność rzeźną mieszańców towarowych wynoszącą przeciętnie 58,93 %. W porównaniu z buhajami rasy czarno-białej była ona większa o około 3,04 %. Pomimo większej o około 13,9 kg masy tusz buhajów Cb, tusze mieszańców zawierały o 1,1 % więcej wyrębów wartościowych i mięsa nawet o ok. 40 kg oraz plasowały się w korzystniejszych klasach uformowania tuszy i ich otluszczenia.

Analiza mikrostruktury mięśni, w których nie stwierdzono włókien olbrzymich (tab. 2) dowiodła, że udział włókien STO i FTG charakteryzujących się aktywnością NADH-TR i wykazujących powinowactwo z przemianami tlenowymi, był podobny u wszystkich osobników. Łączny udział tych włókien kształtował się od 46,9 % w *m. biceps brachii* do średnio 48,5 % w mięśniach: *semimembranosus* i *longissimus lum-*

borum. Udział włókien o przewodzie przemian glikolitycznych (FTG), wykazujących aktywność ATP-azy miofibrylarnej, kształtował się od 51,4 do 53,1 %, wynosząc średnio 52,2 %.

Poza strukturą włókien mięśniowych istotną cechą mikrostruktury mięśni, decydującą między innymi o kruchości mięsa, jest liczba włókien w wiązках mięśniowych. W mięśniach niezawierających włókien olbrzymich (GF) średnia liczba włókien w wiązках kształtowała się od 37,3 w *m. longissimus lumborum* buhajów czarno-białych (CB) do 44,6 w *m. semimembranosus* mieszańców towarowych (MT). Mięśnie mieszańców towarowych zawierały większą liczbę włókien w wiązках i jednocześnie istotnie mniejszą, w porównaniu z grupą CB, średnią powierzchnię przekroju włókien (MFA). Powierzchnia ta wyniosła od 1697 μm^2 w *m. longissimus lumborum* do 1867 μm^2 w *m. biceps brachii*. W grupie CB średnia powierzchnia przekroju włókien wahała się od 1935 μm^2 w *m. longissimus lumborum* do 2045 μm^2 w *m. biceps brachii*.

Analiza indeksów dotyczących względnej powierzchni włókien (tab. 2) wykazała, że mięśnie bez włókien olbrzymich charakteryzowały się przewagą metabolizmu beztlenowego. Wskazują na to wartości indeksu AnF%, które były największe w mieszańcach towarowych (3,82 - 3,92%), a w grupie CB wyniosły od 3,12 - 3,64 %.

W przypadku indeksu AF% nie stwierdzono różnic pomiędzy badanymi grupami buhajów, a średnie wartości tego wskaźnika wahały się od 0,68 % w *m. semimembranosus* do 0,78 % w *m. biceps brachii*.

Whipple i wsp. [27], w mięśniach *longissimus* mieszańców mięsnych, ważących średnio 469,3 kg (masa tuszy 292,6 kg) wykazali średni udział powierzchni włókien glikolitycznych na poziomie 45,1 % (udział tych włókien w wiązce wyniósł 51,7 %). Podobny udział tych włókien (47,1 %; powierzchnia 2770 μm^2) w mięśniach buhajów ważących średnio 412 kg (masa tuszy 214 kg), uzyskali Vestergaard i wsp. [24]. Znacznie większą, przeciętną powierzchnię włókien (3579 - 3893 μm^2) uzyskał Crouse i wsp. [4] w mięśniach 15 miesięcznych buhajów i jałówek (masa tuszy 374,8 kg).

Analiza wyników dotyczących liczby włókien olbrzymich (GF) (tab. 3) wykazała, że w mięśniach mieszańców towarowych włókna olbrzymie występowały częściej w porównaniu z mięśniami buhajów czarno-białych (CB). W grupie mieszańców GF stwierdzono w 19 mięśniach *longissimus lumborum*, w 21 mięśniach *semimembranosus* oraz w 26 mięśniach *biceps brachii*. W grupie kontrolnej (CB) liczba stwierdzonych mięśni z obecnością włókien olbrzymich była wyraźnie mniejsza i wyniosła od 2 w mięśniach: *longissimus lumborum* i *semimembranosus* do 4 w *m. biceps brachii*. Różnice dotyczyły również liczby włókien olbrzymich w wiązках mięśniowych. Większą ich liczbę stwierdzono w mięśniach mieszańców towarowych (0,7 - 1,1). W tej grupie genetycznej udział tych włókien był podobny w mięśniach: *longissimus lumborum* i *semimembranosus* (średnio 1,55 %). W mięśniach grupy CB udział włó-

kien olbrzymich wyniósł średnio 1,25 %. Największy (średnio 2,35 %) i zbliżony w obu grupach genetycznych udział GF wykazano w m. *biceps brachii*.

Tabela 2

Charakterystyka histologiczna mięśni buhajów, w których nie wykazano włókien olbrzymich.
Histological profile of bull muscles with no giant fibres evidenced.

Badane cechy Traits analysed [n=77]		Rodzaj mięśnia / Type of muscle Grupy genetyczne / Genetic groups					
		<i>m. longissimus lumborum</i>		<i>m. semimembranosus</i>		<i>m. biceps brachii</i>	
		MT [57]	CB [20]	MT [57]	CB [20]	MT [57]	CB [20]
Typ włókien	STO	23,9	23,5	23,5	22,5	21,1	22,7
Type of fibre	FTO	24,4	24,2	24,3	25,1	25,8	25,9
[%]	FTG	51,7	52,8	52,1	52,3	53,1	51,4
Liczba włókien w wiązках							
Quantity of fibres per bundle [n]		40,2 ± 6,1	37,3 ± 4,9	44,6 ± 7,2	43,1 ± 5,5	42,2 ± 7,3	40,1 ± 7,1
MFA [µm ²]		1697 ^a ± 244	1935 ^b ± 310	1759 ^a ± 270	2032 ^b ± 415	1867 ^a ± 417	2045 ^b ± 465
AnF%		3,82 ± 0,88	3,64 ± 0,67	3,92 ± 0,85	3,49 ± 1,06	3,85 ^a ± 0,68	3,12 ^b ± 0,84
AF%		0,71 ± 0,16	0,71 ± 0,10	0,68 ± 0,09	0,75 ± 0,11	0,78 ± 0,18	0,73 ± 0,17

Objaśnienia: / Explanatory notes:

($\bar{x} \pm sd$); MT – mieszańce towarowe / commercial crossbreeds; CB – rasa czarno-biała / black-and-white breed; a,b,...- wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values denoted by different superscripts differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

Przedstawiona w tab. 3. charakterystyka histologiczna mięśni, w których stwierdzono włókna olbrzymie, wykazała, w porównaniu z mięśniami bez tych włókien, znacznie większy udział włókien typu FTG. Wynosił on od 54,4 % w m. *semimembranosus* grupy CB do 58,5 % w m. *longissimus lumborum* mieszańców towarowych. W porównaniu z mięśniami normalnymi (tab. 2) mięśnie z GF zawierały wyraźnie więcej włókien wykazujących aktywność ATP-azy miofibrylarnej (FTG). Mięśnie te charakteryzowały się również większą średnią liczbą włókien w wiązce, wynoszącą od 39,6 w m. *longissimus lumborum* buhajów CB do 45,9 w m. *biceps brachii* mieszańców towarowych.

Pomiędzy grupami genetycznymi wykazano statystycznie istotnie różnice ($p \leq 0,05$) pod względem powierzchni przekroju poprzecznego włókien olbrzymich (tab. 3) w mięśniach: *semimembranosus* i *biceps brachii*.

W mięśniach zawierających włókna olbrzymie stwierdzono wyraźny wzrost wartości indeksu AnF%. Zwiększenie się tego indeksu świadczy o istotnym zmniejszeniu się, w porównaniu z mięśniami normalnymi (tab. 2), względnej powierzchni włókien wykazujących aktywność NADH-TR i metabolizm tlenowy (STO). Wartości tego in-

deksu w mięśniach z GF wyniosły od 4,18 do 4,81 % i były podobne w obu grupach genetycznych. Zmiany względnej powierzchni metabolicznej potwierdzają również wyniki dotyczące indeksu AF%, którego wartości wahały się od 0,54 % w *m. semimembranosus* do 0,72 % w *m. biceps brachii*.

Tabela 3

Cechy histologiczne mięśni buhajów, w których wykazano włókna olbrzymie (GF).
Histological traits of bull muscles with evidenced giant fibres (GF).

Badane cechy Traits analysed [n=47]		Rodzaj mięśnia / Type of muscle Grupy genetyczne / Genetic groups					
		<i>m. longissimus lumborum</i>		<i>m. semimembranosus</i>		<i>m. biceps brachii</i>	
		MT [19]	CB [2]	MT [21]	CB [2]	MT [26]	CB [4]
Liczba GF Quantity of GF [n]		0,7 ± 0,8	0,5 ± 0,2	0,7 ± 0,4	0,6 ± 0,3	1,1 ± 0,3	1,0 ± 0,5
Udział GF Per cent content of GF [%]		1,6 ^a ± 1,2	1,3 ^b ± 0,3	1,5 ^a ± 1,2	1,3 ^b ± 0,0	2,4 ^b ± 1,3	2,3 ^b ± 1,5
Typ włókien Type of fibres [%]	STO	21,7	23,0	22,6	23,5	21,7	22,3
	FTO	19,6	20,1	21,5	22,1	22,7	21,6
	FTG	58,5	56,9	55,9	54,4	55,6	56,1
Liczba włókien w wiązках Quantity of fibres per bundle [n]		43,9 ^a ± 5,8	39,6 ^b ± 2,9	45,2 ± 7,4	44,4 ± 6,9	45,9 ^a ± 4,3	43,0 ^b ± 3,8
CSA-GF [μm ²]		5671 ± 724	5633 ± 652	4962 ^a ± 592	4419 ^b ± 231	5325 ^a ± 748	4391 ^b ± 411
AnF%		4,37 ± 0,59	4,55 ± 0,49	4,02 ± 0,73	4,18 ± 1,02	5,47 ± 0,66	4,81 ± 1,15
AF%		0,67 ± 0,13	0,64 ± 0,14	0,54 ± 0,06	0,69 ± 0,89	0,72 ± 0,27	0,67 ± 0,11

Objaśnienia: / Explanatory notes:

($\bar{x} \pm sd$); MT – mieszańce towarowe / commercial crossbreeds; CB – rasa czarno-biała / black-and-white breed; a,b,... – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values denoted by different superscripts differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

Wykonane przez Vestergaarda i wsp. [24] oraz Seidemana i Crouce [21] badania dotyczące związków jakości mięsa z mikrostrukturą mięśni buhajów ras: fryzyjskiej, angus i simental, żywionych paszami o zróżnicowanym poziomie energii, wykazały w *m. longissimus dorsi* udział powierzchni włókien „białych” wynoszący od 72,4 do 84,6 % (udział tych włókien kształtował się od 47,1 do 67,7 %. Udział włókien „białych” i średnia powierzchnia udziału tych włókien, skorelowane były z masą ciała ($r = -0,30$ i $r = -0,23$) oraz masą tuszy ($r = -0,33$ i $r = -0,37$) [21]. Jak wynika z przeprowadzonych badań [15, 20, 23], na jakość wołowiny, poza żywieniem i czynnikami

genetycznymi, wpływają cechy mikrostruktury mięśni i występowanie w nich włókien olbrzymich.

Młynek i wsp. [15] wykazali, że włókna olbrzymie występują częściej w mięśniach mieszańców towarowych oraz w mięśniach o wysokim pH, (powyżej 6,2 jednostki). W przypadku świń ras landrace i pietrain badania Schubert-Schoppmeyer i wsp. [20] wykazały dwa razy większą częstotliwość występowania włókien olbrzymich (40,5 %) niż w rasach mniej podatnych na stres: large white i leicoma (od 1 do 25 %). Wielkość tych włókien kształtowała się od 9844 do 11995 μm^2 . W przypadku rasy pietrain autorzy wykazali także najmniejsze zakwaszenie mięsa ($\text{pH}_{24} = 5,92$). Dalle Zotte i wsp. [5] dowiedli, że u królików ważących ok. 1567 g czynnikami sprzyjającymi powstawaniu włókien olbrzymich są nie tylko wiek, ale również intensywność żywienia i rodzaj mięśnia. Największy udział tych włókien odnotowali w mięśniach: *semimembranosus proprius* i *gastrocnemius medialis* (0,33 i 0,39 GF/ mm^2) oraz w *m. biceps femoris* (0,28 GF/ mm^2), w których przeważał udział włókien βR (72,5 %), natomiast znacznie mniejszy był udział włókien αW (23,9 %).

Wyniki dotyczące jakości fizykochemicznej mięsa (tab. 4) potwierdziły, że mięśnie obu grup genetycznych, zawierające włókna olbrzymie (GF), cechowały się mniejszym zakwaszeniem i 48 godzin *post mortem* pH_{48} wyniosło od 5,73 do 5,85. Wartości odchylenia standardowego świadczą o możliwości wystąpienia odstępstw jakościowych.

W przypadku mięśni niezawierających włókien olbrzymich (NS) zakwaszenie mięsa należy uznać za zadowalające, bowiem wartości pH_{48} wahały się od 5,56 do 5,63, przy jednocześnie niewielkiej zmienności tej cechy w badanych grupach (s nie przekraczało 0,3).

Wykazano również, że mięśnie zawierające włókna olbrzymie charakteryzowały się mniejszą jasnością barwy (L^*), której wartości kształtowały się od 19,6 w *m. biceps brachii* do 22,6 w *m. semimembranosus*. Mięso osobników z grupy NS wykazywało większą jasność barwy, wynoszącą od 26,6 do 30,13.

Również kruchość mięsa, w przypadku mięśni zawierających włókna olbrzymie (GF), okazała się mniej korzystna w porównaniu z mięśniami z grupy NS. Kruchość mięśni z grupy GF wynosiła od 54,7 do 57,4 N/ cm^2 , a grupy NS od 46,1 do 50,7 N/ cm^2 . Na mniejszą kruchość mięsa osobników z włóknami olbrzymimi miały wpływ nie tylko nieodpowiednie zakwaszenie mięsa (pH_{48}), ale również większa przeciętna liczba włókien w wiążkach (tab. 3).

Kolejnym, istotnym wskaźnikiem technologicznym mięsa jest zdolność utrzymywania wody wolnej, której ilość w dużym stopniu wpływa na intensywność przemian poubojowych. Zdolność zatrzymywania wody związana jest w dużym stopniu z zakwaszeniem mięsa oraz ilością kapilarnej przestrzeni międzytkankowej mogącej skutecznie ją utrzymać. Większą zdolnością utrzymywania wody wolnej, charaktery-

zowały się mięśnie zawierające włókna olbrzymie. Wielkość wycieku z tego surowca kształtowała się od 19,7 % w *m. semimembranosus* do 22,1 % w *m. longissimus lumborum* i z reguły była większa w mięsie mieszańców towarowych. W mięsie osobników, których mięśnie nie zawierały włókien olbrzymich (NS), wartości wycieku były większe i kształtowały się od 26,4 do 32,1 %.

Tabela 4

Cechy fizykochemiczne mięsa w zależności od występowania włókien olbrzymich (GF).

Physicochemical characteristics of meat depending on presence of giant fibres (GF).

Badane cechy Characteristics analysed	Mieszańce towarowe Commercial crossbreeds		Rasa czarno-biała Black-and-white breed	
	GF	NS	GF	NS
[n=124]	[42]	[57]	[5]	[20]
<i>m. longissimus lumborum</i>				
pH ₄₈	5,85 ^a ± 0,5	5,56 ^b ± 0,3	5,81 ^a ± 0,4	5,57 ^b ± 0,1
Jasność barwy / Colour brightness [L*]	21,6 ^a ± 4,7	30,13 ^b ± 2,7	20,7 ^a ± 3,9	27,7 ^c ± 2,9
Kruchość / Tenderness [N/cm ²]	53,7 ^a ± 4,4	47,1 ^b ± 8,1	55,5 ^a ± 5,4	49,5 ^b ± 5,2
WHC _{GH} [%]	22,1 ^a ± 3,1	30,6 ^b ± 3,5	19,8 ^a ± 2,9	32,1 ^b ± 2,9
<i>m. semimembranosus</i>				
pH ₄₈	5,85 ^a ± 0,4	5,59 ^b ± 0,3	5,79 ^a ± 0,5	5,62 ^b ± 0,3
Jasność barwy / Colour brightness [L*]	21,9 ^a ± 3,7	28,8 ^b ± 3,2	22,6 ^a ± 2,9	29,6 ^b ± 2,4
Kruchość / Tenderness [N/cm ²]	56,4 ^b ± 4,6	49,7 ^a ± 7,8	57,6 ^b ± 2,9	50,7 ^a ± 6,7
WHC _{GH} [%]	20,3 ^a ± 2,7	29,0 ^b ± 4,7	19,7 ^a ± 2,84	30,8 ^b ± 4,1
<i>m. biceps brachii</i>				
pH ₄₈	5,77 ^a ± 0,5	5,60 ^b ± 0,2	5,73 ^c ± 0,6	5,63 ^b ± 0,3
Jasność barwy / Colour brightness [L*]	21,9 ^a ± 4,7	27,8 ^b ± 2,2	19,6 ^a ± 3,3	26,6 ^b ± 1,4
Kruchość / Tenderness [N/cm ²]	54,7 ^a ± 6,0	47,5 ^b ± 9,7	57,4 ^b ± 4,3	46,1 ^a ± 4,8
WHC _{GH} [%]	21,8 ^a ± 4,1	26,4 ^b ± 3,7	20,8 ^a ± 3,5	28,9 ^c ± 2,5

Objaśnienia: / Explanatory notes:

($\bar{x} \pm sd$); NS – bez włókien olbrzymich / without giant fibres present; GF – z włóknami olbrzymimi / with giant fibres; aa... – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values denoted by different superscripts differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

Wyniki dotychczasowych badań dowodzą, że o wielu cechach jakościowych mięsa decydują między innymi struktura i potencjał metaboliczny włókien mięśniowych [9, 21]. Metabolizm włókien wiąże się bezpośrednio z kształtowanymi po uboju zakwaszeniem i kruchością mięsa, a o nich, jak twierdzi Wegner i wsp. [26], decyduje także liczba i wielkość włókien mięśniowych.

Kłowski i wsp. [12] w *m. longissimus lumborum* buhajów z cechami hipertrofii wykazali większy udział włókien o profilu przemian glikolitycznych i korzystniejszą wodochłonność. Ich zdaniem, wynikało to z mniejszej średnicy włókien w porównaniu z mięśniami niewykazującymi hipertrofii. Zbieżne tendencje kształtowania się kruchości i zdolności utrzymywania wody przez *m. longissimus* mieszańców towarowych oraz osobników żywionych paszami o zróżnicowanej zawartości energii uzyskali Choroszy i wsp. [3], Meller i Wroński [14] i Vestergaard i wsp. [24].

Podjęto próbę wyjaśnienia przyczyn stosunkowo dużej zmienności zakwaszenia mięsa.

Tabela 5

Liczba mięśni, pH₄₈ i jasność barwy mięsa (L*) w zależności od występowania włókien olbrzymich oraz zakwaszenia, jako kryterium odchylen jakościowych.

Quantity of muscles, pH₄₈, and meat colour brightness (L*) depending on the presence of giant fibres and on acidification as a criterion of quality deviations.

Cechy Traits	Mieszańce towarowe Commercial crossbreeds				Rasa czarno-biała Black-and-white breed			
	NS		GF		NS		GF	
pH ₄₈	5,5 – 5,8	>5,8	5,5 – 5,8	>5,8	5,5 – 5,8	>5,8	5,5 – 5,8	>5,8
<i>m. longissimus lumborum</i>								
[n]	57	-	19	23	20	-	1	4
pH ₄₈	5,58 ± 0,2	-	5,70 ± 0,1	6,02 ± 0,1	5,59 ± 0,2	-	5,73 ± 0,0	6,05 ± 0,2
Jasność barwy [L*] Colour brightness	32,1 ± 2,4	-	23,1 ± 2,3	21,4 ± 3,7	31,3 ± 5,3	-	24,4 ± 0,0	20,7 ± 2,7
<i>m. semimembranosus</i>								
[n]	57	-	16	26	20	-	2	3
pH ₄₈	5,59 ± 0,2	-	5,54 ± 0,2	5,93 ± 0,1	5,54 ± 0,1	-	5,64 ± 0,1	5,91 ± 0,1
Jasność barwy [L*] Colour brightness	34,3 ± 4,6	-	28,3 ± 6,2	20,9 ± 5,2	33,7 ± 4,9	-	29,3 ± 3,1	23,5 ± 2,5
<i>m. biceps brachii</i>								
[n]	57	-	27	15	20	-	3	2
pH ₄₈	5,60 ± 0,1	-	5,69 ± 0,1	5,99 ± 0,1	5,63 ± 0,1	-	5,74 ± 0,1	6,15 ± 0,2
Jasność barwy [L*] Colour brightness	27,8 ± 3,4	-	25,7 ± 4,1	20,6 ± 2,8	26,6 ± 3,5	-	26,8 ± 1,6	18,9 ± 2,5

Objaśnienia: / Explanatory notes:

($\bar{x} \pm sd$); NS – bez włókien olbrzymich / without giant fibres present; GF – z włóknami olbrzymimi / with giant fibres; aa... – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values denoted by different superscripts differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

Uwzględniając zakwaszenie mięsa, jako kryterium odchylen jakościowych, w tab. 5. przedstawiono liczbę mięśni o cechach mięsa normalnego i DFD w zależności od

grupy genetycznej i stwierdzonej obecności włókien olbrzymich (GF). Wyniki wskazują, że chociaż wartość pH_{48} większą od 5,8 (5,91 - 6,15) oznaczono w mięśniach zawierających włókna olbrzymie obu grup genetycznych, to jednak w mięsie mieszańców występowały one znacznie częściej (15 - 23). Mięso to miało, w porównaniu z grupą osobników niezawierających włókien olbrzymich, mniej korzystne wartości jasności barwy, które wahały się od 18,9 do 23,5.

W badaniach Młynka i wsp. [15], nad cechami mikrostruktury *m. longissimus lumborum* buhajów o pH_{24} normalnym (5,0 - 5,6) i przekraczającym 6,0 jednostek, wykazano, że w mięsie mieszańców z cechami DFD ($pH_{48} = 6,2$ oraz $L^* = 26,1$) udział włókien olbrzymich wynosił od 2,2 - 2,6 %. W badaniach przeprowadzonych na mieszańcach towarowych z bydlęm Cb Sakowski i wsp. [19] stwierdzili pH_{48} *m. longissimus dorsi* na poziomie 5,4. Tylko nieznacznie większe, wynoszące średnio 5,6, wykazali w mięsie czystorasowych buhajów: charolais, limousin oraz angus. Wykazali również, że w porównaniu z mieszańcami mięso od czystorasowych osobników (pH od 5,35 do 5,93) miało większą zdolność zatrzymywania wody wolnej, a wartości wycieku kształtowały się od 14,2 do 26,9 %. Stwierdzili także korzystny wpływ krzyżowania towarowego na jasność barwy mięsa, która wyniosła od 42,9 (Cb x piemontes) do 44,8 (mieszańców z rasami: charolais, limousin i angus). Whipple i wsp. [27], badając *m. longissimus dorsi* mieszańców ras mięsnych w zakresie kwasowości mięsa i jego barwy, stwierdzili związek tych cech z mikrostrukturą tkanki mięśniowej. Wartość pH 12 godzin *post mortem* wyniosła 5,8, i była skorelowana z udziałem włókien białych i udziałem ich powierzchni na poziomie 0,24 i 0,22. Zdaniem Swana i Bolesa [23], pH na poziomie 6,5 zmierzone 60 min po uboju może świadczyć o wystąpieniu cech wady DFD. W 120. minucie po uboju autorzy ci określili jasność barwy wynoszącą 39,6. Natomiast w mięsie o cechach surowca normalnego (pH wynoszącym 5,5) jasność barwy wyniosła 40,7. Również Warren i wsp. [25], w badaniach mieszańców rasy holsztyńsko fryzyjskiej z buhajami rasy aberdeen angus, oznaczyli jasność barwy (L^*) na poziomie od 43,9 do 45,5. Wartości te były większe niż uzyskane w badaniach własnych.

Wnioski

1. Występowanie w mięśniach buhajów włókien olbrzymich związane było ze zmianami jakości fizykochemicznej, które wskazywały na cechy mięsa DFD. Mięśnie zawierające włókna olbrzymie charakteryzowały się mniejszymi: zakwaszeniem, jasnością barwy, kruchością i wyciekami wody wolnej.
2. Wykazano częstsze występowanie włókien olbrzymich w mięśniach mieszańców towarowych (42 % populacji) niż w mięśniach rasy czarno-białej (20 % populacji). Mieszańce miały większy udział włókien olbrzymich w wiązках oraz większą średnią powierzchnię przekroju włókien.

3. Różnice histologiczne pomiędzy mięśniami normalnymi i zawierającymi włókna olbrzymie dotyczyły: liczby włókien w wiążkach, ilości włókien wykazujących aktywność ATP-azy miofibrylarnej oraz względnej powierzchni metabolizmu beztlenowego.

Literatura

- [1] Adamik P., Trela J., Czaja H.: Wartość rzeźna mieszańców towarowych. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Zoot., 1996, **291**, 255.
- [2] Cassens R.G., Cooper C.C., Briskey E.J.: The occurrence and histochemical characterization of giant fibres in the muscle of growing and adult animals. *Acta Neuropathologica*, 1969, **12**, 300-304.
- [3] Choroszy Z., Choroszy B., Czaja H.: Jakość tusz i mięsa buhajków rasy simental, czerwono-białej i mieszańców mięsnych opasanych systemem żywienia półintensywnego. *Rocz. Nauk. Zoot., Supl.*, 2000, **6**, 29-33.
- [4] Crouse J.D., Kohmarine M., Seideman S.D.: The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. *Meat Sci.*, 1991, **30**, 295-302.
- [5] Dalle Zotte A., Remignon H., Oumayoun J.: Effect of some biological and zootechnical factors on appearance of giant fibres in the rabbit. Consequences on muscle fibre type, morphology and meat quality. *World Rabbit Science*, 2001, **9 (1)**, 1-7.
- [6] Dubowiz V., Brooke M.H., Neville H.E.: *Muscle Biopsy. A modern approach*. Ed. By W.B. Saunders. Company Ltd., London, Philadelphia, Toronto.
- [7] Dutson T.R., Merkel R.A., Person A.M., Gann G.L.: Structural characteristics of porcine skeletal muscle giant myofibers as observed by light and electron microscopy. *J. Anim. Sci.*, 1978, **46**, 1212-1220.
- [8] Enderr K.: Growth and breed related changes of muscle fibre characteristics in cattle. *J. Anim. Sci.*, 2008, **78**, 1485-1496.
- [9] Essen-Gustavson B., Karlsson A., Lundstrom K.: Metabolic response and giant fibres in muscle from pigs after slaughter. 40th I.Co.M.S.T., The Hague, s.VII, 1994, **04/2**.
- [10] Grodzki H., Jasiorowski H., Grabowski R.: Wpływ wielorasowego krzyżowania bydła na użytkowość mięsną mieszańców. *Zesz. Nauk. PTZ*, 1991, **3**, 272.
- [11] Handel S.E., Stickland N.C.: Giant muscle fibers in skeletal muscle of normal pigs. *J. Comp. Path.*, 1986, **96**, 447-457.
- [12] Kłosowski B., Bidwell-Porębska K., Kłosowska D., Piotrowski J.: Microstructure of skeletal muscles of growing calves fed silage-based vs hay-based diets. I. Fibre diameters. *Reprod Nutr. Dev.* 1992, **32**, 1-10.
- [13] Litwińczuk A.: Wartość rzeźna i jakość mięsa buhajków czarno-białych i mieszańców F1 i R1 od krów cb po buhajach Limousine i włoskich rasach mięsnych oraz krzyżówek trójrasowych. Rozpr. hab. Lublin 1996.
- [14] Meller Z., Wroński M.: Jakość mięsa mieszańców uzyskanych w wyniku krzyżowania krów rasy czarno-białej z buhajami typu mięsnego. *Zesz. Nauk. PTZ*, 1991, **3**, 261-267.
- [15] Młynek K., Elminowska-Wenda G., Guliński P.: Dark beef and microstructure characteristics in pure breed and crossbred animals. *Animal Science*, 2006, **1 suppl**, 24-25.
- [16] Młynek K., Elminowska-Wenda G., Guliński P.: The relationship between microstructure of longissimus lumborum muscle and carcass quality of bulls slaughtered at three ages. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 2006, **24 (1)**, 57-63.
- [17] Pogorzelska J., Kijak Z., Meller Z., Nogalski Z.: Wartość rzeźna buhajków – mieszańców opasanych półintensywnie i intensywnie. *Rocz. Nauk Rol.*, 1991, **107 (3)**, 136-141.

- [18] Pohja M.S., Niinivaara F.P.: Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstantendruckmethode. *Fleischwirtschaft*, 1975, **9**, 193-195.
- [19] Sakowski T., Dasiewicz K., Słowiński M., Oprządek J., Dymnicki E., Wiśnioch A., Słoniewski K.: Jakość mięsa buhajków ras mięsnych. *Med. Wet.*, 2001, **57 (10)**, 748-752.
- [20] Schubert-Schoppmeyer A., Fiedler I., Nurnberg G., Jonas L., Ender K., Maak S., Rehfeld C.: Simulation of giant fibre development in biopsy samples from pig longissimus muscle. *Meat Sci.*, 2008, **80**, 1297-1303.
- [21] Seideman S.C., Crouse J.D.: The effects of sex condition, genotype and diet on bovine muscle fiber characteristics. *Meat Sci.*, 1986, **17**, 55-72.
- [22] Sink J.D., Mann C.M., Turgut H.: Characterization of the giant myofiber in bovine skeletal muscle. *Expl. Cel. Biol.*, 1986, **54**, 1-7.
- [23] Swan J.E., Boles J.A.: Processing characteristics of beef roasts made from high and normal pH bull inside rounds. *Meat Sci.*, 2002, **62**, 399-403.
- [24] Vestergaard M., Oksbjerg N., Henckel P.: Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. *Meat Sci.*, 2000, **54**, 187-195.
- [25] Warren H.E., Scollan N.D., Nute G.R., Hughes S.I., Wood J.D., Richardson R.I.: Effect of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavour. *Meat Sci.*, 2008, **78**, 270-278.
- [26] Wegner J., Albrecht E., Fiedler I., Teuscher F., Papstien H.J., Enderr K.: Growth- and breed-related changes of muscle fibre characteristics in cattle. *J. Anim. Sci.*, 2008, **78**, 1485-1496.
- [27] Whipple G., Koohmaraie M., Dikeman M.E., Crouse J.D.: Predicting beef-longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits. *J. Anim. Sci.*, 1990, **68**, 4193-4199.
- [28] Ziegler J.: Combinations of enzyme histochemical methods for differentiating of fibres types and evaluating the skeletal musculature. *Acta Histochem.* 1979, **65**, **1**, 34-40.

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF BEEF AND MUSCLE MICROSTRUCTURE DEPENDING ON GIANT FIBRES PRESENT THEREIN

S u m m a r y

The experiment material comprised 124 hybrids derived from crosses of black-and-white cows, their Holstein Friesian breed genes content not exceeding 25 %, with black-and-white bulls (25 animals) and meat bulls (99 animals). The objective of the research was to compare the histological traits and physico-chemical characteristics of beef meat depending on the incidence rate of giant fibres in skeletal muscles of black-and-white bulls and commercial crossbreeds.

It was shown that the giant fibres were more frequently present in the muscles of animals crossbred with meat breeds. As for the commercial cross-breeds, they were evidenced in 42 % of the animal population, and as for the group of black-and-white bull population: in 20%. The presence of giant fibres was associated with a higher myofibrillar ATPase activity, whereas the transformation of FTO fibres in the relevant muscles produced higher percentage rates of FTG fibres (54.4 – 58.5 %), as well as an increase in the relative cross-section area of anaerobic fibres and anaerobic index (AnF%) (4.18 – 5.47). The muscles containing giant fibres were found to be more frequently quality-deficient: a pH₄₈ value exceeded 5.8, their colour was darker, their water retention capacity was higher.

Key words: bulls, meat quality, microstructure, giant fibres 

WIESŁAW SOBOTKA, JANUSZ F. POMIANOWSKI, ANNA WÓJCIK

**WPLYW ZASTOSOWANIA GENETYCZNIE ZMODYFIKOWANEJ
POEKSTRAKCYJNEJ ŚRUTY SOJOWEJ ORAZ
POEKSTRAKCYJNEJ ŚRUTY RZEPAKOWEJ „00” NA EFEKTY
TUCZU, WŁAŚCIWOŚCI TECHNOLOGICZNE I SENSORYCZNE
MIĘSA ŚWIN**

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu zastosowania w mieszankach paszowych finiszer dla tuczników genetycznie zmodyfikowanej (GM) poekstrakcyjnej śruty sojowej oraz poekstrakcyjnej śruty rzepakowej na efekty tuczu, wartość rzezną tusz, właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa wieprzowego. Badanie żywieniowe przeprowadzono na 24 tucznikach, mieszańcach ras (♀ Wielka Biała Polska x Polska Biała Zwisłoucha) x ♂ Duroc), podzielonych na 2 grupy doświadczalne. Zwierzęta żywiono mieszankami pełnoporcjowymi finiszer: mieszanka S z udziałem GM poekstrakcyjnej śruty sojowej, mieszanka S+R – w 50 % białko z GM poekstrakcyjnej śruty sojowej zastąpiono białkiem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Tucz przeprowadzono na zwierzętach od masy ciała 65 kg do 115 kg. Określono przyrosty dobowe, wykorzystanie paszy, wartość rzezną tusz tuczników, właściwości technologiczne i sensoryczne schabu (*m. longissimus dorsi*) oraz szynki (*m. semimembranosus*).

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, większe o 4,7 % przyrosty dobowe i lepsze o 4,8 % wykorzystanie paszy przez tuczniki otrzymujące w dawce GM poekstrakcyjną śrutę sojową w porównaniu z tucznikami żywionymi mieszanką, w której zastąpiono w 50 % białko śruty sojowej białkiem pochodzącym z poekstrakcyjnej śruty rzepakowej.

Nie odnotowano statystycznie istotnego zróżnicowania wartości rzeźnej tusz, właściwości technologicznych (z wyjątkiem barwy *m. longissimus dorsi*) i sensorycznych mięsa wieprzowego w zależności od zastosowanego rodzaju białka roślinnego w żywieniu tuczników.

Słowa kluczowe: GM poekstrakcyjna śruta sojowa, poekstrakcyjna śruta rzepakowa, świnie, tucz, właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa

Dr hab. W. Sobotka, prof. nadzw., Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, dr inż. J.F. Pomianowski, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydz. Nauki o Żywności; dr hab. A. Wójcik, prof. nadzw., Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 2, 10-718 Olsztyn

Wprowadzenie

W nowoczesnym tuczu świń podstawą żywienia są mieszanki pełnoporcjowe, których wartość pokarmowa musi być dostosowana do tempa wzrostu tuczników i potencjału odkładania białka w mięśniach tuszy. Duże zapotrzebowanie świń na białko powoduje, że oprócz zbóż, podstawowego surowca mieszanek paszowych, niezbędnymi komponentami są pasze wysokobiałkowe, jak śruty poekstrakcyjne czy nasiona roślin strączkowych.

Deficyt pasz białkowych pochodzenia krajowego powoduje, że ok. 75 % materiałów wysokobiałkowych, przeznaczonych na cele paszowe, pochodzi z importu. Dominuje poekstrakcyjna śruta sojowa, która pochodzi z odmian genetycznie zmodyfikowanej soi. Biorąc pod uwagę ten aspekt oraz duże wahania cen poekstrakcyjnej śruty sojowej i dążenie hodowców do obniżenia kosztów produkcji żywca wieprzowego, poszukuje się innych, tańszych źródeł białka roślinnego w żywieniu zwierząt monogastycznych. Spośród krajowych pasz białkowych pochodzenia roślinnego na największą uwagę zasługuje poekstrakcyjna śruta rzepakowa „00”, która jest produktem ubocznym, powstającym po ekstrakcji oleju z nasion rzepaku. We wcześniejszych badaniach własnych [17] wykazano, że korzystny skład aminokwasowy białka poekstrakcyjnej śruty rzepakowej, charakteryzującej się dużą zawartością aminokwasów siarkowych, powoduje, że ma ono większą wartość biologiczną (wyrażoną wskaźnikiem aminokwasów egzogennych) niż białko poekstrakcyjnej śruty sojowej.

Żywienie świń należy do istotnych czynników środowiskowych, wpływających na efekty tuczu oraz ilość i jakość pozyskiwanego mięsa. Dotychczasowe badania dowiodły, że istnieje możliwość modyfikacji składu tkankowego oraz ilości i jakości pozyskiwanego mięsa wieprzowego w zależności od poziomu białka i energii metabolicznej w dawkach pokarmowych dla świń [22, 23]. Istnieje też pogląd, że rodzaj stosowanych pasz białkowych może mieć wpływ na wyniki tuczu, jakość mięsa wieprzowego charakteryzowaną jego właściwościami technologicznymi oraz sensorycznymi [8, 10]. Postępowanie z mięsem po uboju ma również istotny wpływ na jego cechy technologiczne i sensoryczne [9].

Celem badań było określenie wpływu zastosowania w mieszankach paszowych finiszera dla tuczników genetycznie zmodyfikowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej oraz poekstrakcyjnej śruty rzepakowej „00” na efekty tuczu, wartość rzeźną, właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa wieprzowego.

Materiał i metody badań

Doświadczenie wzrostowe przeprowadzono w Laboratorium Zwierzęcym Katedry Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa na 24 tucznikach, mieszańcach ras (♀ Wielka

Biała Polska x Polska Biała Zwiśloucha) x ♂ Duroc podzielonych na 2 grupy żywieniowe według następującego schematu przedstawionego w tab. 1.

Tabela 1

Schemat badań.

Experimental design.

Wyszczególnienie Specification	Grupa / Group	
	S	S+R
Źródło białka roślinnego Source of vegetable protein	genetycznie zmodyfikowana poekstrakcyjna śruta sojowa* genetically modified soybean meal extracted	genetycznie zmodyfikowana* poekstrakcyjna śruta sojowa + poekstrakcyjna śruta rzepakowa „00” genetically modified soybean meal extracted + „00” rapeseed meal extracted
% udział substytucji białka poekstrakcyjnej śruty sojowej % content of the substituted protein in soybean meal extracted	0	50

Objaśnienia / Explanatory notes:

* ustalono na podstawie informacji zawartej na etykiecie dostarczonego produktu / determined on the basis of the information derived from the label on the product.

Tucze prowadzono od masy ciała 65 kg do 115 kg. Zwierzęta utrzymywano indywidualnie w klatkach metabolicznych i żywiono systemem dawkowanym mieszankami pełnoporcjowymi finiszera różniącymi się źródłem białka roślinnego (tab. 1). W mieszankach doświadczalnych oprócz ocenianych pasz białkowych (tab. 1) znajdowały się: śruta jęczmienna, pszenna oraz dodatki mineralno-witaminowo-aminokwasowe. Sporządzone mieszanki paszowe w Laboratorium Zwierzęcym Katedry Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa charakteryzowały się koncentracją białka ogólnego na poziomie 150 g/kg, lizyny ogólnej 8,45 g/kg, metioniny z cystyną 5,43 g/kg oraz 12,90 MJ EM/kg. Zwierzęta żywiono zgodnie z Normami Żywienia Świń [11].

Efekty tuczu wyrażano w przyrostach dobowych i wykorzystaniu paszy. Po zakończeniu doświadczenia żywieniowego dokonano uboju wszystkich tuczników doświadczalnych w zakładach mięsnych „Warmia” w Biskupcu, a następnie badano jakość poubojową tusz. Bezpośrednio po uboju określano wydajność rzeźną, stopień otluszczenia i umięśnienia tusz wg systemu EUROP, przy wykorzystaniu aparatu ultradźwiękowego CGM 100, dokonując pomiaru na wysokości ostatniego kręgu piersiowego w odległości 7 cm od linii grzbietowej. Po wykonaniu tych pomiarów tusze przekazywano do chłodni i przetrzymywano je w temp. 2 - 4 °C przez ok. 24 h. Po wychłodzeniu, w trakcie rozbioru prawych półtuszy, określano masę schabu i szynki

oraz pobierano próbki mięsa z mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) oraz z szynki (*m. semimembranosus*), które odpowiednio zabezpieczone przekazano do Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności UWM w Olsztynie. W dostarczonych próbkach mięsa świeżego schabu i szynki określano wskaźniki właściwości technologicznych: zdolność emulgowania metodą opisaną przez Świderskiego [19], kwasowość czynną (pH_{24}) za pomocą pehametru Radiometr z elektrodą PHC 4406, wodochłonność jako powierzchnię wycieku według metody Grau'a i Hamma w modyfikacji van Oeckel i wsp. [20] oraz barwę mięsa w systemie CIE L^* , a^* , b^* metodą odbiciową za pomocą chromometru Minolta CR-400. Dodatkowo w mięsie określano wyciek termiczny metodą Walczaka [21] oraz wykonywano ocenę sensoryczną metodą 5-punktową, podczas której oceniano: smak, zapach, barwę i konsystencję [12]. Próbki mięsa po obróbce cieplnej (gotowanie na parze) w piecu konwekcyjno-parowym firmy Beck oceniał 10-osobowy, przeszkolony zespół spełniający odpowiednie wymogi formalne.

Zebrany materiał liczbowy opracowano metodą jednoczynnikowej analizy wariancji w układzie ortogonalnym. W opracowaniu statystycznym wyników uwzględniono średnie arytmetyczne ($\bar{x}$) i odchylenia standardowe (s). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi z poszczególnych grup doświadczalnych weryfikowano testem rozstępu Duncana. Obliczenia wykonano przy użyciu programu Statistica 9.0 PL [15].

Wyniki i dyskusja

Uzyskane w badaniach efekty tuczu przedstawiono w tab. 2. Pomimo zbilansowanego żywienia tuczników pod względem ilości i jakości białka w ocenianych mieszankach doświadczalnych, odnotowano statystycznie nieistotne zróżnicowanie efektów tuczu świń w zależności od źródła białka roślinnego. Zwierzęta otrzymujące mieszankę finiszer z genetycznie zmodyfikowaną poekstrakcyjną śrutą sojową (grupa S) przyrastały średnio 960 g na dobę. Była to wartość o 4,7 % wyższa w porównaniu ze świnią z grupy S+R (915 g/dobę), którym w dawce zastąpiono 50 % białka poekstrakcyjnej śruty sojowej białkiem pochodzącym z poekstrakcyjnej śruty rzepakowej „00”. Z wielkością przyrostów dobowych skorelowane było wykorzystanie paszy.

Tuczniki z grupy S zużyły na 1 kg przyrostu masy ciała 3,14 kg paszy finiszer. Jest to wartość o 4,8 % mniejsza w odniesieniu do świń z grupy S+R (3,29 kg/kg). Należy sądzić, że przyczyną mniejszych przyrostów dobowych i większego zużycia paszy na 1 kg przyrostu masy ciała w grupie tuczników S+R w odniesieniu do grupy S, mogła być obecność glukozyolanów pochodzących z poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Mimo to uzyskane wyniki należy uznać jako bardzo dobre i porównywalne do badań innych autorów [6, 13].

Tabela 2

Efekty tuczu i wybrane wskaźniki rzeźne tusz tuczników ($\bar{x} \pm s$).

Fattening performance and some selected slaughter indices of analysed carcasses of growing-finishing pigs ($\bar{x} \pm SD$).

Wyszczególnienie Specification	Grupa / Group ¹	
	S	S + R
Przyrosty dobowe / Daily gains [g] 65- 115 kg m.c. /BW	960 ± 0,07	915 ± 0,05
Relatywnie / Relatively [%]	100	95,3
Wykorzystanie paszy [kg/kg] Feed conversation ratio	3,14 ± 0,20	3,29 ± 0,25
Relatywnie / Relatively [%]	100	104,8
Wydajność rzeźna / Dressing percentage [%]	87,37 ± 3,19	85,60 ± 2,14
Masa schabu / Weight of loin [kg]	2,63 ± 0,21	2,55 ± 0,16
Masa szynki właściwej / Weight of ham [kg]	8,75 ± 0,80	8,62 ± 0,65
Mięsność tuszy / Meat content in carcass [%]	58,12 ± 2,94	57,03 ± 1,83
Otłuszczenie / Back fat thickness [mm]	13,92 ± 1,67	14,50 ± 1,83

Objaśnienia / Explanatory notes:

¹ patrz tab. 1. / see Tab. 1.

Substytucja białka soi w 50 % białkiem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej statystycznie nieistotnie zmniejszyła wydajność rzeźną, masę połówicy i szynki (grupa S vs. S+R). Określona w badaniach mięsność tusz była powiązana z czynnikiem doświadczalnym. Mimo to uzyskane wartości w zakresie tego wskaźnika należy uznać jako dobre, gdyż kształtowały się na poziomie 57,03 % (grupa S+R) i 58,12 % (grupa S). Są one porównywalne do wyników badań Borzuty [1], który podaje, że wzorcowy tucznik mięsny to taki, w którego tuszy zawartość mięsa chudego kształtuje się na poziomie 55 - 60 % przy masie ubojowej 100 - 120 kg.

Otłuszczenie tusz tuczników doświadczalnych skorelowane było z tempem ich wzrostu. Tusze świń z grupy S+R, które rosły wolniej, charakteryzowały się statystycznie nieistotnie większym otłuszczeniem niż tusze tuczników z grupy S.

Uzyskane w badaniach własnych wskaźniki analizy rzeźnej były charakterystyczne dla wieprzowiny i podobne do wyników uzyskiwanych w innych pracach [3, 13, 16].

W tab. 3. przedstawiono dane charakteryzujące właściwości technologiczne schabu (*m. longissimus dorsi*), zaś w tab. 4 szynki (*m. semimembranosus*). Porównując uzyskane wyniki dotyczące zdolności emulgowania, można stwierdzić, że źródło białka roślinnego nie miało statystycznie istotnego wpływu na wartość tego parametru. Nie odnotowano także wyraźnego zróżnicowania pomiędzy badanymi mięśniami w zakresie tej cechy.

Tabela 3

Wybrane właściwości technologiczne schabu (*m. longissimus dorsi*) ($\bar{x} \pm s$).

Some selected technological properties of loin (*m. longissimus dorsi*) ($\bar{x} \pm SD$).

Wyszczególnienie Specification	Grupa / Group ¹	
	S	S + R
Właściwości technologiczne mięsa świeżego Technological properties of fresh meat		
Zdolność emulgowania / Emulsification ability [%]	82,01 ± 0,62	81,90 ± 2,12
pH ₂₄	5,61 ± 0,28	5,59 ± 0,15
Wodochłonność / Water-holding capacity [cm ²]	39,08 ± 17,60	37,16 ± 23,14
Barwa mięsa / Meat colour:		
L*	44,39 ^a ± 2,08	47,01 ^b ± 2,38
a*	9,61 ^A ± 1,26	7,74 ^B ± 0,86
b*	2,44 ^b ± 0,99	3,85 ^a ± 0,97
Właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa po ugotowaniu Technological and sensory properties of meat after cooking		
Wyciek termiczny / Cooking losses [%]	31,01 (± 5,48)	32,04 ± 5,03
Smak / Taste [pkt/point]	4,04 (± 0,54)	3,87 ± 0,48
Zapach / Aroma [pkt/point]	3,62 ^b (± 0,37)	4,00 ^a ± 0,42
Barwa / Colour [pkt/point]	3,91 (± 0,19)	3,86 ± 0,67
Konsystencja / Consistency [pkt/point]	3,95 ^A (± 0,14)	3,62 ^B ± 0,43

Objaśnienia / Explanatory notes:

¹ patrz tab. 1. / see Tab. 1;

A, B – wartości średnie oznaczone różnymi literami w tej samej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotny przy $p = 0,01$ / mean values designated by different letters and placed in the same column differ statistically significantly at a level of $p = 0.01$;

a, b – wartości średnie oznaczone różnymi literami w tej samej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotny przy $p = 0,05$ / mean values designated by different letters and placed in the same column differ statistically significantly at a level of $\alpha = 0.05$.

Oznaczone wartości pH mięsa schabu (tab. 3) po 24 h po uboju zwierząt kształtowały się na zbliżonym poziomie. Wynosiły od 5,59 w grupie S+R do 5,61 w grupie S. Natomiast wartości dotyczące szynki (tab. 4) oscylowały od 5,49 do 5,46, odpowiednio w grupie S+R i S. Zgodnie z wynikami badań Rudego i Znamirskiej [14] oraz Strzyżewskiego i wsp. [18] wartość pH w znacznej mierze wpływa na barwę mięsa ocenianego w systemie CIE L*, a*, b*. Podobną zależność pomiędzy pH końcowym mięsa wieprzowego a jego barwą stwierdzili inni autorzy [2, 5, 24]. Dane Florka i wsp. [4] oraz Kajak i wsp. [7] wskazują, że wzrostowi pH mięsa po uboju towarzyszy zmniejszenie wartości składowych barwy L*. Uzyskane w niniejszej pracy wartości barwy L* w przypadku schabu były istotnie różne ($p \leq 0,05$) w zależności od źródła

białka roślinnego w doświadczalnych mieszankach paszowych. Wartość parametru L^* mięsa zwierząt z grupy S była niższa od L^* mięsa tuczników z grupy S+R. Podobne tendencje przejawiał parametr b^* , którego wartość była istotnie niższa ($p \leq 0,05$) w przypadku stosowania paszy S. Odwrotną zależność wykazywał wskaźnik barwy mięsa a^* ($pP \leq 0,01$). W odniesieniu do analizowanych parametrów barwy szynki zaobserwowano także zróżnicowanie w zależności od rodzaju podawanej paszy białkowej, jednak różnice te były bardzo małe i statystycznie nieistotne.

Tabela 4

Wybrane właściwości technologiczne szynki (*m. semimebranosus*) ($\bar{x} \pm s$).

Some selected technological properties of ham (*m. semimembranosus*) ($\bar{x} \pm SD$).

Wyszczególnienie Specification	Grupa / Group ¹	
	S	S + R
Właściwości technologiczne mięsa świeżego: Technological properties of fresh meat:		
Zdolność emulgowania / Emulsification ability [%]	82,71 $\pm$ 0,99	82,09 $\pm$ 0,94
pH ₂₄	5,46 $\pm$ 0,27	5,49 $\pm$ 0,17
Wodochłonność / Water-holding capacity [cm ²]	52,66 $\pm$ 19,56	51,50 $\pm$ 13,71
Barwa mięsa / Meat colour:		
L^*	43,69 $\pm$ 3,07	42,57 $\pm$ 2,29
a^*	11,76 $\pm$ 3,34	11,63 $\pm$ 1,41
b^*	7,54 $\pm$ 1,14	6,94 $\pm$ 1,23
Właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa po ugotowaniu: Technological and sensory properties of meat after cooking:		
Wyciek termiczny / Cooking losses [%]	28,94 $\pm$ 1,63	29,59 $\pm$ 2,71
Smak / Taste [pkt/point]	3,83 $\pm$ 0,71	3,75 $\pm$ 0,58
Zapach / Aroma [pkt/point]	3,66 $\pm$ 0,39	3,79 $\pm$ 0,72
Barwa / Colour [pkt/point]	3,79 $\pm$ 0,33	3,66 $\pm$ 0,49
Konsystencja / Consistency [pkt/point]	3,87 $\pm$ 0,14	3,91 $\pm$ 0,14

¹patrz tab. 1. / see Tab. 1.

Zmiany pH w mięsie wpływają na jego wodochłonność (tab. 3). Wodochłonność schabu tuczników z grupy S+R wynosiła średnio 37,16 cm², a z grupy S – 39,08 cm². W przypadku szynki wartość tego parametru był prawie dwa razy wyższa i wahała się od 51,50 do 52,66 cm², odpowiednio w grupie S+R i S (tab. 4). Uzyskane średnie pomiędzy analizowanymi grupami doświadczalnymi nie były statystycznie istotne.

Wartość wodochłonności w znacznej mierze znajduje swoje odzwierciedlenie w wycieku termicznym. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki zarówno w odniesieniu do schabu (tab. 3), jak i szynki (tab. 4) wydają się potwierdzać tę prawidłowość. Mięso

ze schabu i szynki tuczników grupy S+R cechował statystycznie nieistotny wyciek termiczny aniżeli mięso pochodzące ze świń z grupy S.

Zróznicowanie powyższych cech technologicznych badanego mięsa znalazło swoje odzwierciedlenie w wartościach oceny sensorycznej – cechy bardzo istotnej dla konsumentów. Należy zauważyć, że wszystkie rodzaje mięsa oceniono jako dobre pod względem sensorycznym, ale z tendencją pogorszenia smaku i konsystencji mięsa schabu pochodzącego z grupy S+R. W odniesieniu do mięsa szynki nie odnotowano tej zależności.

Wnioski

1. Zastąpienie 50 % białka genetycznie zmodyfikowanej (GM) poekstrakcyjnej śruty sojowej białkiem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej nie wpływa na efekty tuczu (różnice statystycznie nieistotne).
2. Źródło białka roślinnego nie wpłynęło istotnie na wartość rzeźną tusz tuczników.
3. Częściowa substytucja białka soi białkiem rzepaku pozwala uzyskać mięso wieprzowe o dobrych właściwościach technologicznych i sensorycznych.

Literatura

- [1] Borzuta K.: Czego oczekują od producentów zakłady mięsne. Top Agrar Polska - Top Świnie, 2002, **3**, 4-6.
- [2] Brewer M.S., Zhu L.G., Bidner B., Meisinger D.J., McKeith F.K.: Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. Meat Sci., 2001, **57**, 169-176.
- [3] Figueroa J.L., Lewis A.J., Miller P.S., Fischer R.L., Gomez R.S., Diedrichsen R.M.: Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diet or low-crude protein, amino acid-supplemented diets. J. Anim. Sci., 2002, **80**:2911-2919.
- [4] Florek M., Litwińczuk A., Skąlecki P., Topyła B.: Influence of pH₁ of fatteners' *Musculus Longissimus Lumborum* on the changes of its quality. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2004, **13/54**, 195-198.
- [5] Florowski T.: Próba zastosowania różnych metod pomiaru barwy do oceny jakości mięsa wieprzowego. Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz., 2004, **41**, 41-51.
- [6] Garry B.P., Pierce K.M., O'Doherty J.V.O.: The effect of phase feeding on the growth performance, carcass characteristic and nitrogen balance of growing and finishing pigs. Ir. J. Agr. Food Res., 2007, **46**, 93-104.
- [7] Kajak K., Przybylski W., Jaworska D., Rosiak E.: Charakterystyka jakości technologicznej, sensorycznej i trwałości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej końcowej wartości pH. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **1 (50)**, 26-34.
- [8] Karwowska M.: Wpływ zastosowania ekstraktu lucerny w żywieniu świń na barwę mięsa. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **5 (60)**, 282-288.
- [9] Łyczyński A., Pospiech E., Bartkowiak Z., Urbaniak M.: Mięśność i jakość mięsa w zależności od genotypu i systemu żywienia świń. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, **4 (37) Supl.**, 287-298.
- [10] Migdał W., Paściak P., Gardzińska A., Barowicz T., Piesza M., Wojtysiak D.: Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na jakość wieprzowiny. Prace i Mat. Zoot., 2004, **15**, 103-118.

- [11] Normy Żywienia Świń. Wartość pokarmowa pasz. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. J. Kielanowskiego PAN, Jabłonna k/Warszawy 1993.
- [12] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodyka. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [13] Roth-Maier D.A., Böhme B.M., Roth F.X.: Effects of feeding canola meal and sweet lupin (*L. luteus*, *L. angustifolius*) in amino acid balanced diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. Anim. Res., 2004, **53**, 21-34.
- [14] Rudy M., Znamirska A.: Dynamics of acidity changes and meat quality deviations of PSE and DFD types in the different pork carcass classes. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska Lublin, XXV (1) Sectio EE 2007 93 - 99.
- [15] StatSoft, Inc., 2005. STATISTICA (data analysis software system), version 9.1.
- [16] Sobotka W.: Post-slaughter carcass quality of fatteners fed rapeseed meal "00" field bean and field pea, supplemented with enzyme preparations. Ann. Anim. Sci., Suppl., 2000, **6**, 222-226.
- [17] Sobotka W.: Poekstrakcyjna śruta rzepakowa „00” i nasiona strączkowych jako źródło białka w tuczu świń. Rozprawy i monografie, 2004, 93, ss. 1-98.
- [18] Strzyżewski T., Bilka A., Krysztosiak K.: Zależność pomiędzy wartością pH mięsa a jego barwą. Nauka Przyroda Technologie, 2008, **2** (2), 1-9.
- [19] Świderski F.: Technologia przemysłowej produkcji potraw. WNT, Warszawa 1989, ss. 35-36.
- [20] Van Oeckel, M.J., Warnants, N. Boucqueé, Ch.V.: Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-line screening methods. Meat Sci., 1999, **51**, 313-320.
- [21] Walczak Z.: Laboratoryjna metoda oznaczania zawartości galarety w konserwach mięsnych. Rocznik Naukowy Rolny, 1959, B-74-2, 619-626.
- [22] Wiesemüller W.: The effect of nutrition on quality of pork. Proc. of the Conf. "Genetic and environmental determinant slaughter value and quality of meat", 13-14 September. Publisher by the Agricultural University of Lublin, 1996, pp. 21-27.
- [23] Wood J.D., Richardson R.J., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M.: Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Sci., 2003, **66**, 21-32.
- [24] Young O.A., West J., Hart A.L., van Otterdijk F.F.H.: A method for early determination of meat ultimate pH. Meat Sci., 2004, **66**, 493-498.

EFFECT OF GENETICALLY MODIFIED SOYBEAN AND "00" RAPESEED MEALS ON PIG FATTENING PERFORMANCE AND TECHNOLOGICAL AND SENSORY PROPERTIES OF PIG MEAT

S u m m a r y

The objective of the study was to determine the effect of genetically modified (GM) soybean meal and "00" rapeseed meal, contained in finisher diets, on the pig fattening performance, carcass quality, and technological and sensory properties of pork meat. The feeding experiment was performed on 24 hybrid finishing pigs [(♀ Polish Large White x Polish Landrace) x ♂ Duroc] divided into two experimental groups. The animals were fed complete finisher diets: S diet containing GM soybean meal and S+R diet, in which 50% of the protein from a GM soybean meal was replaced with a protein from rapeseed meal. Pigs were fattened from 65 kg BW to 115 kg BW. Determined were the following: daily gains, feed conversion, carcass quality traits, technological, and sensory properties of loin (*m. longissimus dorsi*) and ham (*m. semimembranosus*).

Based on the results of the experiments conducted, it was found that as for the fatteners receiving GM soybean meal, the daily gains were by 4.7% higher and the conversion rate of the fed meal was by 4.8% better compared to the fatteners fed a mix with 50% of the protein from a GM soybean meal replaced with a protein from rapeseed meal.

With respect to the carcass quality parameters, the technological properties (except for the colour attributes of *m. longissimus dorsi*), and the sensory properties of pork meat, no statistically significant differences were reported to depend on the type of plant protein applied in the fatteners' diet.

Key words: genetically modified soybean meal, "00" rapeseed meal, pigs, fattening, technological and sensory properties of meat ☒

WIESŁAW PRZYBYLSKI, DANUTA JAWORSKA, KINGA BORUSZEWSKA,
MAGDALENA BOREJKO, WOJCIECH PODSIADŁY

JAKOŚĆ TECHNOLOGICZNA I SENSORYCZNA WADLIWEGO MIĘSA WIEPRZOWEGO

Streszczenie

Celem badań było porównanie wartości technologicznej i sensorycznej mięsa wieprzowego należącego do różnych klas jakościowych. Badania przeprowadzono selekcionując materiał spośród 390 tuczników. W mięsie badanych tuczników oznaczono: pH, barwę, wyciek naturalny, wskaźnik RTN, wydajność po gotowaniu. Przeprowadzono również ocenę sensoryczną mięsa surowego i gotowanego. Na podstawie wartości pH (1, 3, 24 h) próby mięsa podzielono na: PSE, częściowo PSE, kwaśne, normalne i częściowo DFD. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały stosunkowo dobrą jakość technologiczną i sensoryczną mięsa. Najniższą jakość technologiczną wykazywało mięso uznane za PSE, częściowo PSE i ASE. Mięso DFD charakteryzowało się najwyższą wydajnością po gotowaniu i peklowaniu, najmniejszym wyciekami oraz najwyższą jakością sensoryczną mięsa gotowanego, która nie różnicowała go jednak istotnie od mięsa normalnego.

Słowa kluczowe: wieprzowina, jakość technologiczna, jakość sensoryczna

Wprowadzenie

Mięso wieprzowe stanowi ok. 60 % spożywanego mięsa w Polsce. W ostatnich latach zauważalna jest poprawa mięsności żywca dostarczanego do rzeźni, czemu towarzyszy jednak często obniżenie jakości mięsa [19]. W związku z tym podejmuje się szereg działań ukierunkowanych na poprawę jakości surowca na drodze genetycznej i optymalizacji warunków obrotu zwierzętami przed ubojem, jak i postępowania poubojowego (wykrwawianie, wychładzanie i proces dojrzewania), które mają na celu wyeliminowanie czynników stresogennych. Czynniki te bowiem w znacznym stopniu przyczyniają się do występowania mięsa wadliwego [5, 9, 10, 11, 12, 15]. Najczęstszymi zmianami występującymi w mięsie są wady PSE, ASE i DFD, których wystę-

Prof. dr hab. W. Przybylski, dr inż. D. Jaworska, dr inż. K. Boruszewska, mgr inż. M. Borejko, 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, mgr W. Podsiadły, Sokołów S.A., Al. 550-lecia 1, 05-380 Sokołów Podlaski

powanie zależy od czynników genetycznych i środowiskowych. Jakość kulinarnego mięsa wieprzowego postrzegana jest przez konsumentów jako wynik oceny wzrokowej. Konsument zwraca uwagę na takie czynniki, jak: udział tkanki mięśniowej, tłuszczowej i kości oraz na barwę mięsa. Większość konsumentów preferuje jasnoróżową barwę mięsa z minimalnym otluszczeniem i wyciekami oraz bez widocznej marmurkowatości, natomiast ciemnoczerwona barwa i duży wyciek soku mięsnego utożsamiane są z utratą świeżości [4, 18]. Jednocześnie w przypadku mięsa po obróbce cieplnej, w trakcie konsumpcji, największą uwagę zwraca się na smakowość, kruchość, soczystość oraz wyczuwalność tłuszczu. Duży wyciek soku obniża poziom cech sensorycznych mięsa.

Jak wykazują badania, zmienia się nie tylko udział mięsa wadliwego, ale również jego charakterystyka. W związku z tym zachodzi konieczność podejmowania badań z tego zakresu.

Celem badań było porównanie wartości technologicznej i sensorycznej mięsa wieprzowego należącego do różnych klas jakościowych.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły tuczniki pochodzące z krzyżowania loch linii Naima z knurami hybrydami linii P76 – PenArLan. Po uzyskaniu masy ok. 110 kg zwierzęta ubijano według obowiązującej technologii. Zastosowano automatyczne oształmianie elektryczne oraz wykrwawianie w pozycji leżącej. Ubój tuczników przeprowadzono w 7 seriach. Opracowano charakterystykę wartości rzeźnej 390 tusz. Do dalszych badań dotyczących oceny jakości technologicznej mięsa wybrano wszystkie tusze z mięsem wadliwym i częściowo wadliwym (60 sztuk) oraz 49 sztuk tuczników reprezentujących pozostałą część badanej populacji na podstawie pH końcowego (podział na klasy jakościowe podano w tab. 1). Biorąc pod uwagę ograniczenia metodyczne, analizę sensoryczną wykonano na materiale 64 tuczników.

Po uboju zwierząt wykonywano pomiar grubości słoniny i mięśnia najdłuższego grzbietu *m. longissimus dorsi* na wysokości ostatniego zebra i 7 cm w bok od linii przecięcia tuszy, za pomocą aparatu CGM. Na podstawie wykonanych pomiarów obliczano zawartość mięsa w tuszy według równania podanego przez Borzutę [2]. Wszystkie badania jakości mięsa wykonywano na próbach pobranych z mięśnia *m. longissimus dorsi* z partii lędźwiowej. Wartość pH została określona po 45 min oraz po 3, 24 i 48 h od uboju. Barwę mięsa mierzono po 48 h od uboju przy użyciu aparatu Minolta CR310, w systemie CIE L*a*b*. Określano wyciek naturalny według metodyki Prange i wsp. [20] oraz wskaźnik wydajności technologicznej „Napole” (RTN) charakteryzujący wydajność mięsa w procesie peklowania i gotowania podczas wyrobu szynek [13].

Tabela 1

Klasy jakościowe mięsa według powszechnie uznanych wartości granicznych pH.
Meat quality classes based on commonly accepted pH limits.

Typ mięsa Type of meat	Wartości graniczne pH limits
PSE PSE	$pH_1 < 6,0$ $pH_1 < 6,0$
Częściowo PSE Partially PSE	$pH_1 \geq 6,0$ i $pH_3 < 6,0$ $pH_1 \geq 6,0$ and $pH_3 < 6,0$
ASE Acidic meat	$pH_1 \geq 6,0$, $pH_3 \geq 6,0$ i $pH_{24} < 5,5$ $pH_1 \geq 6,0$, $pH_3 \geq 6,0$ and $pH_{24} < 5,5$
Normalne Normal	$pH_1 \geq 6,0$, $pH_3 \geq 6,0$ i $pH_{24} \geq 5,5$ $pH_1 \geq 6,0$, $pH_3 \geq 6,0$ and $pH_{24} \geq 5,5$
Częściowo DFD Partially DFD	$pH_1 \geq 6,0$, $pH_3 \geq 6,0$ i $pH_{24} \geq 5,8$ $pH_1 \geq 6,0$, $pH_3 \geq 6,0$ and $pH_{24} \geq 5,8$

Jakość sensoryczną mięsa (surowego i po obróbce termicznej) oceniano po 96 h od uboju metodą skalowania [16], wykorzystując jako narzędzie niestrukturowaną skalę graficzną 0 - 10 jednostek umownych (j.u.). W mięsie surowym oceniano wzrokowo: intensywność barwy i jej jednolitość, stopień marmurkowatości oraz ogólną akceptację wyglądu. W próbkach mięsa po obróbce termicznej oceniano: typowość zapachu, ton i jednolitość barwy, kruchość, soczystość, sensoryczną wyczuwalność tłuszczu, smakowitość oraz jakość ogólną. Próbkę mięsa surowego o masie ok. 600 g poddawano obróbce cieplnej; ogrzewaniu w środowisku wodnym soli (0,8 % NaCl) wg metodyki Baryłko-Pikielnej i wsp. [1]. Proces ogrzewania prowadzono do momentu uzyskania w mięsie temp. wewnętrznej 72 °C, a następnie przetrzymywano próbki pod przykryciem do uzyskania temp. 75 °C. Po wystudzeniu próbki mięsa porcjowano na kawałki o wyrównanej wielkości i masie (ok. 25 g) i umieszczano w plastikowych, jednorazowych pudełkach, które nakrywano wieczkami. Wszystkie próbki do ocen kodowano indywidualnie kodami trzycyfrowymi i podawano w losowej kolejności w celu uniknięcia tzw. *carry-over effect* (wpływu próbki poprzedniej na ocenę próbki kolejnej). Ocenę jakości sensorycznej mięsa przeprowadzał 10-osobowy zespół oceniających, przeszkolony zgodnie z normą ISO 8586-2:1996 [17] i mający znaczne doświadczenie w prowadzeniu sensorycznych ocen mięsa i produktów mięsnych (3 - 8 lat praktyki w ocenach sensorycznych). Oceny powtarzano dwukrotnie, tak że każdy wynik średni uzyskano na podstawie min. 18 wyników jednostkowych. Badanie prowadzono w pomieszczeniach o temperaturze 22 ± 1 °C, przy świetle dziennym. Każdy oceniający otrzymywał gorącą herbatę bez cukru do neutralizacji smaku pomiędzy ocenami kolejnych próbek.

Wyniki badań opracowano statystycznie, stosując jednoczynnikową analizę wariancji celem określenia wpływu klasy jakościowej mięsa na cechy jakości technologicznej i sensorycznej. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano wielokrotnym testem rozstępu dla nierównych liczebności według metody Tukey'a. Obliczenia wykonano z zastosowaniem pakietu Statistica ver. 6.0 [25].

Wyniki badań i dyskusja

Badane tuczniki charakteryzowały się stosunkowo wysoką mięsnością wynoszącą ok. 57 % mięsa w tuszy (tab. 2). Analiza cech jakości technologicznej i sensorycznej mięsa surowego i gotowanego wskazuje, że mięso badanych tuczników charakteryzowało się stosunkowo dobrą jakością. Mięso cechowała dość wysoka wydajność w gotowaniu oraz w peklowaniu (74 % – wydajność w gotowaniu, 94,9 % – wskaźnik RTN). Niemniej w badanej grupie 390 tusz tuczników stwierdzono 15,38 % mięsa wadliwego. Mięso wadliwe stanowiło odpowiednio: PSE – 2,31 %, częściowo PSE – 5,13 %, kwaśne – 5,38 %, częściowo DFD – 2,56 %. Występowanie mięsa wadliwego w badanej grupie tuczników należy raczej przypisać stresogennym warunkom obrotu przedubojowego i uboju, bowiem stada świni PenArLan są objęte od lat programem eliminacji alleli *RYR1^T* i *RN* [23, 24].

Charakterystyka wartości rzeźnej tuczników zakwalifikowanych do poszczególnych klas jakościowych nie wykazała istotnych różnic między nimi (tab. 3). Masa tuszy była stosunkowo wysoka, natomiast wartość rzeźna nieznacznie powyżej średniej krajowej. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono zależności między wartością rzeźną a jakością mięsa.

Analizując cechy jakości mięsa w poszczególnych klasach stwierdzono, że mięso PSE cechowało się najniższym pH początkowym i jego zmniejszaniem się aż do poziomu typowego dla mięsa kwaśnego (tab. 4). Mięso to charakteryzowało się mniejszą wydajnością: o ok. 3 % w procesie peklowania i gotowania oraz o 3,8 % w obróbce cieplnej, w porównaniu z mięsem normalnym. Rezultaty te potwierdzają wyniki badań Koćwin-Podsiadłej i wsp. [8], wykazujące, że mięso o niskim pH (5,5 - 5,3) wyróżnia się mniejszą wodochłonnością i wydajnością w gotowaniu oraz jaśniejszą barwą. Zastanawiający jest jednak stosunkowo niewielki wyciek naturalny z tego typu mięsa, którego wartość jest zbliżona do danych przedstawionych przez Koćwin-Podsiadłą [7]. Uwzględniając wartości średnie pH₁ i pH₃ można stwierdzić, że mięso to nie było obarczone typową wadą PSE (glikoliza nie była tak gwałtowna, jak dla typowego mięsa PSE). Badania przeprowadzone przez O'Neill i wsp. [14] wykazały, że mięso typu PSE miało większy wyciek o 5,5 % niż mięso normalne, a wydajność w gotowaniu była o 12,6 % mniejsza. Mięso surowe typu PSE charakteryzowało się zdecydowanie ciemniejszą barwą i mniejszą akceptacją, natomiast po obróbce cieplnej mniejszą kruchością, soczystością i jakością ogólną w stosunku do mięsa normalnego.

Tabela 2

Charakterystyka wartości rzeźnej tusz (n = 390), jakości technologicznej (n = 109) i sensorycznej (n = 64) mięsa badanej grupy tuczników.

Characteristics of slaughter value of carcasses (n = 390), technological (n = 109) and sensory quality (n = 64) of fattener meat samples analysed.

Mierzone parametry i cechy Measured parameters and traits	$\bar{x}$	s / SD
Masa tuszy ciepłej / Hot carcass weight [kg]	88,92	8,73
Grubość mięśnia LD / Loin thickness [mm]	59,47	6,8
Grubość słoniny / Back fat thickness [mm]	15,19	3,41
Zawartość mięsa w tuszy [%] / % of meat in carcass	56,82	5,5
pH ₁	6,37	0,28
pH ₃	6,15	0,26
pH ₂₄	5,55	0,14
pH ₄₈	5,51	0,12
Parametry barwy 48 h: / Colour parameters 48 h:		
L*	54,94	2,44
a*	13,02	3,97
b*	6,62	2,23
Wyciek naturalny 48 h / Drip loss ₄₈ [%]	4,71	2,23
Wskaźnik wydajności mięsa w peklowaniu i gotowaniu RTN [%] Technological yields of meat during curing and cooking processes [%]	94,93	6,48
Wydajność mięsa po gotowaniu po 96 h / Cooking yield ₉₆ [%]	74,1	4,22
Sensoryczna ocena mięsa surowego 96 h po uboju Sensory evaluation of raw meat 96 h <i>post mortem</i>		
Ton barwy [j.u.] / Colour tone [c.u.]	5,72	1,57
Jednolitość barwy [j.u.] / Colour homogeneity [c.u.]	6,25	1,4
Marmurkowatość [j.u.] / Marbling [c.u.]	3,96	1,84
Stopień akceptacji [j.u.] / Degree of acceptability [c.u.]	5,96	1,25
Sensoryczna ocena mięsa gotowanego 96 h po uboju Sensory evaluation of cooked meat 96 h <i>post mortem</i>		
Zapach [j.u.] / Odour [c.u.]	7,4	1,33
Ton barwy [j.u.] / Colour tone [c.u.]	7,7	0,94
Jednolitość barwy [j.u.] / Colour homogeneity [c.u.]	7,59	0,94
Kruchość [j.u.] / Tenderness [c.u.]	6,87	1,31
Soczystość [j.u.] / Juiciness [c.u.]	5,81	1,47
Wyczuwalność tłuszczu [j.u.] / Fat perceptibility [c.u.]	2,6	0,47
Smakowitość [j.u.] / Flavour [c.u.]	6,99	0,84
Jakość ogólna [j.u.] / Overall quality [c.u.]	6,53	0,87

Tabela 3

Charakterystyka wartości rzeźnej tuczników w zależności od klasy jakościowej mięsa.
 Characteristics of slaughter value of fatteners depending on meat quality class.

Cechy Traits	Klasa jakości mięsa Meat quality class					
	PSE PSE	częściowo PSE partially PSE	ASE acidic meat	normalne normal meat	częściowo DFD partially DFD	
Liczba badanych zwierząt [szt] Quantity of animals studied [n]	9	20	21	49	10	$\bar{x}$
Udział zwierząt w badanej populacji Per cent content of animals studied [%]	8,25	18,35	19,28	44,95	9,17	
Masa tuszy ciepłej Hot carcass weight [kg]	85,00 ± 6,40	91,80 ± 10,42	90,29 ± 10,56	88,10 ± 7,74	87,87 ± 6,28	88,61
Grubość mięśnia LD Loin thickness [mm]	59,56 ± 8,16	63,22 ± 7,80	58,67 ± 5,87	58,47 ± 6,22	57,7 ± 6,83	59,52
Grubość słoniny Back fat thickness [mm]	15,78 ± 5,07	16,00 ± 2,68	15,29 ± 2,17	14,88 ± 3,82	13,40 ± 2,79	15,07
Zawartość mięsa w tuszy [%] % of meat in carcass	56,34 ± 3,66	57,25 ± 2,20	56,40 ± 2,14	56,72 ± 2,62	57,74 ± 2,00	56,89

Wolniejszym przebiegiem glikogenolizy charakteryzowało się mięso częściowo PSE, które w końcowej ocenie (48 h po uboju) w zakresie wskaźnika RTN, wycieku naturalnego i jasności barwy zbliżone było do mięsa PSE. Mięso to jednak miało większą wydajność po gotowaniu, a jego barwa była bardziej intensywnie czerwona. W ocenie jakości sensorycznej mięsa surowego i poddanego obróbce cieplnej nie wykazano istotnych różnic między próbkami częściowo PSE i PSE. Oba rodzaje mięsa w zakresie takich cech, jak: soczystość i smakowitość oraz jakość ogólna nie różniło się istotnie od mięsa normalnego. Można to wyjaśnić większym otluszczeniem tuczników wykazujących tego typu wady mięsa (tab. 3). Potwierdza to wyniki badań Czarneckiej-Skubiny i wsp. [3], w których wykazano równoczesne i silne oddziaływanie poziomu otluszczenia i stopnia zakwaszenia tkanki mięśniowej na cechy jakości sensorycznej.

Tabela 4

Charakterystyka jakości technologicznej mięsa tuczników badanych klas.
Technological meat quality profile of fatteners from quality classes studied.

Cechy Traits	Klasa jakości mięsa / Meat quality class					F emp.	p
	PSE	częściowo PSE partially PSE	ASE acidic meat	normalne normal meat	częściowo DFD partially DFD		
Liczba badanych zwierząt [szt] Quantity of animals studied [n]	9	20	21	49	10		
pH ₁	5,87 ± 0,09 a	6,33 ± 0,22 b	6,41 ± 0,26 b	6,41 ± 0,18 b	6,59 ± 0,21 c	17,77	0,00
pH ₃	5,73 ± 0,19 a	5,87 ± 0,11 b	6,29 ± 0,22 c	6,25 ± 0,18 c	6,32 ± 0,10 c	35,94	0,00
pH ₂₄	5,47 ± 0,10 a	5,52 ± 0,11 b	5,43 ± 0,07 a	5,56 ± 0,07 b	5,87 ± 0,14 c	43,11	0,00
pH ₄₈	5,47 ± 0,07 ab	5,49 ± 0,10 ab	5,45 ± 0,07 a	5,51 ± 0,11 b	5,73 ± 0,14 c	14,62	0,00
Wskaźnik wydajności technologicznej RTN Technological yields [%]	93,69 ± 6,11 a	93,70 ± 0,20 a	88,86 ± 2,46 b	96,77 ± 5,42 a	102,35 ± 5,07 c	13,27	0,00
Parametry barwy 48 h: Colour parameters 48 h:							
L*	55,95 ± 3,45 ab	54,43 ± 2,07 a	56,30 ± 2,47 ab	54,92 ± 1,97 a	52,34 ± 2,02 c	6,03	0,00
a*	9,04 ± 5,15 a	12,11 ± 5,14 b	13,17 ± 3,81 b	14,02 ± 2,89 b	13,23 ± 3,09 b	6,63	0,01
b*	9,00 ± 2,76 a	6,99 ± 2,34 b	7,29 ± 2,53 b	6,04 ± 1,67 bc	5,14 ± 1,20 c	6,02	0,00
Wydajność mięsa po gotowaniu po 96 h Cooking yield ₉₆ [%]	71,62 ± 2,75 a	74,74 ± 4,22 b	70,94 ± 2,15 a	75,42 ± 4,56 b	76,39 ± 2,73 b	5,76	0,00
Wyciek naturalny 48 h Drip loss ₄₈ [%]	4,25 ± 1,86 ab	5,20 ± 3,20 a	5,74 ± 2,03 a	4,58 ± 1,71 a	2,62 ± 1,39 b	4,13	0,00

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a,b,c – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values denoted by various letters differ statistically significantly at $p < 0,05$; p – poziom istotności obliczonej statystyki F / significance level of F test; F_{emp.} – statystyka Fishera-Snedecora / Fisher-Snedecor test

Mięso kwaśne cechowało się najniższą wartością wskaźnika wydajności technologicznej (RTN). Wartość ta była zbliżona do wyników uzyskanych przez Koćwin-Podsiadłą [7]. Wyniki badań wykazują, że niskie pH końcowe silnie oddziałuje na wydajność w gotowaniu, powodując zmniejszenie wydajności od 4 do 6 % [21]. Badania Przybylskiego [22] wykazały, że wskaźnik wydajności mięsa po gotowaniu i peklowaniu zależy od zawartości glikogenu, stopnia zakwaszenia tkanki mięśniowej i zawartości wody. Mięso ASE charakteryzowało się również jasną barwą i dużym wyciekami (tab. 4). Surowe mięso ASE odznaczało się jednak najmniejszą marmurkowatością i wysoką akceptacją (tab. 5). Stosunkowo niskie pH końcowe tego mięsa (tab. 4) oraz wspomniana mała marmurkowatość zaowocowały najniższą oceną jakości sensorycznej po obróbce cieplnej. Mięso to bowiem odznaczało się stosunkowo małą kruchością, najmniejszą soczystością i smakowitością oraz jakością ogólną (tab. 6). Potwierdzeniem tych zależności są badania Jaworskiej i wsp. [4], w których stwierdzono pozytywny wpływ wzrostu pH i marmurkowatości na jakość sensoryczną mięsa gotowanego.

Tabela 5

Wyniki oceny sensorycznej mięsa surowego badanych klas.

Results of sensory evaluation of raw meat from quality classes studied.

Cechy Traits	Klasa jakości mięsa Meat quality class					F emp	p
	PSE	częściowo PSE partially PSE	ASE acidic meat	normalne normal meat	częściowo DFD partially DFD		
Liczba badanych zwierząt [szt] Quantity of animals studied [n]	6	10	13	28	7		
Ton barwy [j.u.] Colour tone [c.u.]	5,24 ± 1,21 ab	5,12 ± 1,00 a	6,71 ± 1,15 b	5,81 ± 1,62 b	4,49 ± 1,87 c	3,24	0,02
Jednolitość barwy [j.u.] Colour homogeneity [c.u.]	5,90 ± 1,21 aa	6,50 ± 1,23 a	7,12 ± 0,82 b	6,25 ± 1,42 a	4,44 ± 0,79 c	5,59	0,00
Marmurkowatość [j.u.] Marbling [c.u.]	3,75 ± 2,57 a	3,63 ± 1,56 a	2,69 ± 0,88 b	4,28 ± 1,82 c	5,48 ± 2,22 d	4,46	0,00
Stopień akceptacji [j.u.] Degree of acceptability [c.u.]	5,24 ± 0,63 ac	6,47 ± 1,03 ab	6,80 ± 0,76 b	5,82 ± 1,23 c	4,64 ± 1,24 c	5,37	0,00

Objaśnienia, jak pod tab. 4 / Explanatory notes as in Tab. 4.

Tabela 6

Wyniki oceny sensorycznej mięsa gotowanego badanych klas.

Results of sensory evaluation of cooked meat from quality classes studied.

Cechy Traits	Klasa jakości mięsa Meat quality class					F emp	p
	PSE	częściowo PSE partially PSE	ASE acidic meat	normalne normal meat	częściowo DFD partially DFD		
Liczba bada- nych zwierząt [szt] Quantity of animals studied [n]	6	10	13	28	7		
Zapach [j.u.] Odour [c.u.]	7,88 ± 0,40 ab	7,87 ± 0,43 ab	7,66 ± 1,23 ab	6,82 ± 1,65 a	8,12 ± 0,21 b	2,71	0,04
Ton barwy [j.u.] Colour tone [c.u.]	7,64 ± 0,75 ab	7,18 ± 1,02 a	8,08 ± 0,71 b	7,49 ± 0,97 a	8,59 ± 0,42 b	3,73	0,01
Jednolitość barwy [j.u.] Colour homo- geneity of [c.u.]	7,74 ± 0,68	7,64 ± 0,68	7,79 ± 0,89	7,35 ± 0,97	8,05 ± 1,03	1,01	0,41
Kruchość [j.u.] Tenderness [c.u.]	6,31 ± 0,96	6,38 ± 1,50	6,56 ± 0,90	7,09 ± 1,19	7,76 ± 1,96	1,91	0,12
Soczystość [j.u.] Juiciness [c.u.]	6,02 ± 1,81 ab	6,03 ± 1,37 b	4,80 ± 1,18 a	5,92 ± 1,39 b	6,78 ± 1,54 b	2,64	0,04
Wyczuwalność tłuszczu [j.u.] Fat perceptibi- lity [c.u.]	2,24 ± 0,25	2,30 ± 0,49	2,58 ± 0,40	2,73 ± 0,53	2,52 ± 0,23	1,36	0,26
Smakowość [j.u.] Flavour [c.u.]	7,11 ± 1,10 b	7,22 ± 0,63 b	6,29 ± 0,69 a	7,05 ± 6,64 b	7,60 ± 1,18 b	4,07	0,01
Jakość ogólna [j.u.] Overall quality [c.u.]	5,62 ± 0,35 a	6,24 ± 0,51 a	6,11 ± 0,64 a	6,61 ± 0,70 a	7,44 ± 1,33 b	4,18	0,01

Objaśnienia, jak pod tab. 4 / Explanatory notes as in Tab. 4.

Mięso częściowo DFD odznaczało się powolnym spadkiem pH, największą wydajnością w obróbce cieplnej mięsa kulinarnego i peklowanego oraz najmniejszym wyciekami naturalnym (tab. 4). Badania Kajak i wsp. [6] wykazały, że mięso to charakteryzuje się większą podatnością na rozwój drobnoustrojów. Wysoka wydajność i wodochłonność mięsa częściowo DFD wpłynęła na ocenę jakości sensorycznej po obróbce cieplnej. Mięso to oceniono najwyżej pod względem wszystkich cech tj. zapachu, tonu i jednolitości barwy, kruchości, soczystości, smakowitości oraz jakości ogólnej (tab. 6). Przeprowadzona ocena jakości sensorycznej mięsa surowego potwierdziła jego ciemną barwę i niską akceptację, powiązaną z wysokim stopniem marmurkowatości (tab. 5). Wajda i wsp. [26] oraz Jaworska i wsp. [4] potwierdzili wpływ stopnia marmurkowatości mięsa surowego na jego soczystość i ogólną akceptację po obróbce cieplnej. Przedstawione wyniki są potwierdzeniem badań Jaworskiej i wsp. [4], w których wykazano wyższy stopień akceptacji mięsa o jasnej barwie z mało widoczną marmurkowatością.

Podsumowując przeprowadzone badania, należy stwierdzić, że wyodrębnione mięso wadliwe w odniesieniu do wielu cech nie charakteryzowało się wartościami typowymi dla tego typu wad stwierdzanych we wcześniejszych badaniach. Może to być efektem eliminacji czynników natury genetycznej – eliminacji ze stad osobników obciążonych genami *RYR1* i *RN* oraz ukierunkowania na doskonalenie jakości mięsa i wynikających stąd zmian metabolizmu zwierząt. Badania potwierdziły jednak, że mięso wadliwe o niskim pH końcowym (PSE, częściowo PSE i ASE) charakteryzuje się większymi stratami w obróbce cieplnej. W odniesieniu do jakości sensorycznej mięsa surowego i gotowanego trudno o jednoznaczne wnioski z uwagi na jednoczesne oddziaływanie tłuszczu śródmięśniowego (określanego jako marmurkowatość), którego wpływ niwelował lub działał addytywnie na efekt pH końcowego, utrudniając wnioskowanie. Mięso ASE charakteryzowało się najmniejszą marmurkowatością, ale jednocześnie najwyższą akceptacją, największą soczystością i smakowitością. Z kolei mięso częściowo DFD przy najwyższym pH końcowym i marmurkowatości charakteryzowało się największą smakowitością i soczystością oraz najniższą akceptacją.

Wnioski

1. Badane tuczniki charakteryzowały się mięsnością na średnim poziomie 56,82 %, przy stosunkowo dużej masie tuszy – 88 kg. W niniejszych badaniach nie stwierdzono zależności między mięsnością tusz a jakością mięsa.
2. W badanej grupie 390 tusz tuczników stwierdzono 15,38 % mięsa wadliwego. Mięso wadliwe stanowiło odpowiednio: PSE – 2,31 %, częściowo PSE – 5,13 %, kwaśne – 5,38 %, częściowo DFD – 2,56 %.
3. Mięso wadliwe o niskim pH końcowym (PSE, częściowo PSE i ASE) charakteryzowało się większymi stratami podczas obróbki cieplnej.

4. Mięso ASE charakteryzowało się najmniejszą marmurkowatością, soczystością i smakowitością i jednocześnie najwyższą akceptacją.
5. Mięso częściowo DFD charakteryzowało się największą marmurkowatością i jednocześnie najniższym stopniem akceptacji oraz największą soczystością i smakowitością.

Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N., Kossakowska T., Baldwin Z.: Wybór optymalnej metody przygotowania mięsa wołowego i wieprzowego do oceny sensorycznej. *Rocz. Inst. Przem. Mięs. Tłuszcz.*, 1964, **1**, 111.
- [2] Borzuta K.: Badania nad przydatnością różnych metod szacowania mięsności do klasyfikacji tusz wieprzowych w systemie EUROP. *Rocz. Inst. Przem. Mięs. Tłuszcz.*, 1998, **XXXV (2)**, 1-8.
- [3] Czarniecka-Skubina E., Przybylski W., Jaworska D., Kajak-Siemaszkowski K., Wachowicz I.: Effect of pH₂₄ and intramuscular fat content on culinary quality of meat. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2010, **60 (1)**, 43-49.
- [4] Jaworska D., Przybylski W., Kołożyn-Krajewska D., Czarniecka-Skubina E., Wachowicz I., Trzaskowska M., Kajak K., Lech A., Niemyski S.: The assessment of relationships between characteristics determining technological and sensory quality of pork. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 2006, **24 (2)**, 121-135.
- [5] Jurczak M.: Ocena jakości mięsa. Ocena surowców pochodzenia zwierzęcego. Wyd. SGGW, Warszawa 2005.
- [6] Kajak K., W Przybylski W., Jaworska D., Rosiak E.: Charakterystyka jakości technologicznej, sensorycznej i trwałości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej końcowej wartości pH. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **1 (50)**, 26-34.
- [7] Koćwin-Podsiadła M.: Geny wpływające na jakość mięsa wieprzowego. *Gosp. Mięs.*, 1997, **XLIX (10)**, 36-37.
- [8] Koćwin-Podsiadła M., Przybylski W., Kaczorek S., Krzęcio E.: Quality and technological field of PSE (pale, soft, exudative), acid and normal pork. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, **7 (48)/2**, 217-222.
- [9] Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E., Kurył J., Pospiech E., Grześ B., Zybert A., Sieczkowska H., Antosik K., Łyczyński A.: Wpływ form polimorficznych wybranych genów na mięsność oraz właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne tkanki mięśniowej W: *Postępy genetyki molekularnej bydła i trzody chlewnej*. Red. M. Świtoński. Wyd. AR, Poznań 2004.
- [10] Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E.: Jakość wieprzowiny i metody jej doskonalenia. Cz. I. Stan jakościowy surowca wieprzowego w zakresie umięśnienia oraz jakość mięsa i jej odchylenia. *Przegl. Hod.*, 2005, **4**, 15-20.
- [11] Koćwin-Podsiadła M. i Krzęcio E.: Cz. II. Uwarunkowania genetyczne cech jakości mięsa. *Przegl. Hod.*, 2005, **5**, 18-20.
- [12] Koćwin-Podsiadła M. i Krzęcio E.: Cz. III. Metody poprawy cech jakości mięsa. *Przegl. Hod.*, 2005, **6**, 3-6.
- [13] Naveau J., Pommeret P., Lechaux P.: Proposition d'une méthode de mesure du rendement technologique: la méthode Napole. *Techn. Porc.*, 1985, **8**, 7-13.
- [14] O'Neill D.J., Lynch P.B., Troy D.J., Buckley D.J., Kerry J.P.: Effects of PSE on the quality of cooked hams. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 113-118.
- [15] Pisula A., Florowski T.: Critical points in the development of pork quality – a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, **15 (56)**, **3**, 249-256.

- [16] PN-ISO 4121:1988. Analiza sensoryczna. Ocena produktów spożywczych przy użyciu metod skalowania.
- [17] PN-ISO 8586-2:1996. Sensory analysis. General guidance for selection, training and monitoring of assessors. Part II-experts.
- [18] Połom A., Barylko-Piekielna N.: Analiza czynników decydujących o preferencjach polskich konsumentów mięsa wieprzowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **3** (40), 5-23.
- [19] Pospiech E., Łyczynski A., Borzuta K.: Problemy jakości mięsa wieprzowego. *Mat. Konf. Surowc. nt. Problemy gospodarki surowcowej w przemyśle mięsnym. Skorzęcin 2006*, **10**, 24.
- [20] Prange H., Juggt L., Scharner E.: Untersuchungen zur Muskel fleischqualitaet beim Schwein. *Arch. Exp. Vet. Med.*, 1977, **30** (2), 235-248.
- [21] Przybylski W.: Technological field of meat on curing smoking and cooking processes relating to protein content at musculature tissue and some features of fresh meat quality. *Proc. XIII Eur. Symp. on the Quality of Poultry Meat, Session M2 - Seminar: Advances in meat protein research in the view of meat quality*, Poznań, Poland 21-26.09.1997, p. 109.
- [22] Przybylski W.: Wykorzystanie potencjału glikolitycznego mięśnia *Longissimus dorsi* w badaniach nad uwarunkowaniem wybranych cech jakości mięsa wieprzowego. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa 2002.
- [23] Przybylski W., Sieczko L., Jaworska D., Czarniecka-Skubina E., Niemyski S.: Estimation of conditionality of pork sensory quality by using multivariate analysis. *Arch. Tierzucht*, 2007, **50**, 125-135.
- [24] Rosenvold K., Andersen H.J.: Factors of significance for pork quality – review. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 219-237.
- [25] Statistica, ver. 6.0 (StatSoft, Inc., data analysis software system, www.statsoft.com).
- [26] Wajda S., Daszkiewicz T., Borzuta K., Winarski R.: Jakość mięsa z tusz świń tuczników zakwalifikowanych do różnych klas w systemie EUROP. *Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz.*, 2005, **XLII** (III), 73-77.

TECHNOLOGICAL AND SENSORY QUALITY OF DEFECTIVE PORK MEAT

S u m m a r y

The objective of the study was to compare the technological and sensory value of pork meat from different quality classes. The research was performed on the meat material selected from among 390 fatteners. The following meat parameters of the fatteners were analysed: pH value, meat colour, natural drip loss, Napole technological yield (RTN), and cooking yield. Moreover, both the raw and the cooked meat samples were sensory evaluated. Based on the pH values (1h, 3h, and 24h post mortem), the meat samples were divided into five quality classes: PSE, partially PSE, acidic, normal, and partially DFD. The results of the analyses performed showed a relatively good technological and sensory quality of the meat studied. The lowest technological value had the meat described as PSE, partially PSE, and ASE. The DFD meat was characterized by the highest cooking and curing yields, the lowest drip loss, and the highest sensory quality of cooked meat, which, however, was not significantly different than that of the normal meat.

Key words: pork, technological quality, sensory quality ☒

MAGDALENA OLSZAK, MAŁGORZATA JAŁOSIŃSKA,
DANUTA JAWORSKA, ZBIGNIEW DOLATOWSKI

WPLYW DODATKU PRZETWORÓW Z NASION GRYKI NA JAKOŚĆ PASZTETÓW PODCZAS PRZECHOWYWANIA

Streszczenie

Przedmiotem badań były pasztety pieczone o dużej zawartości tłuszczu, wyprodukowane z 5 % dodatkiem: spreparowanych nasion gryki (uzyskanych z nasion obłuszczonych i nieobłuszczonych) oraz mąki gryczanej, a także bez dodatku przetworów gryczanych (próba kontrolna). W procesie preparowania nasiona gryki poddano obróbce hydrotermicznej (parowaniu), suszeniu, a następnie rozdrobnieniu. Oznaczenia wykonano w 1., 7. i 14. dobie chłodniczego przechowywania. Oznaczano: kwasowość produktu (pH), potencjał oksydo-redukcyjny (ORP), wskaźnik utleniania tłuszczu TBARS. Wykonano ocenę sensoryczną i analizę mikrobiologiczną. Stwierdzono, że dodatek spreparowanych nasion gryki wpływa na utrzymanie kwasowości na zbliżonym poziomie oraz ograniczenie procesów oksydacyjnych w pasztetach podczas przechowywania. O ograniczeniu procesów oksydacyjnych świadczy mniejsza wartość potencjału oksydo-redukcyjnego i wskaźnika TBARS w porównaniu z próbą kontrolną i z próbą, w której zastosowano dodatek mąki gryczanej. Dodatek spreparowanych nasion gryki wpływa również na zwiększenie trwałości sensorycznej i mikrobiologicznej pasztetu m.in. poprzez zahamowanie wzrostu ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych, jak i całkowity brak wzrostu drożdży i pleśni, czego nie stwierdzono w innych pasztetach.

Słowa kluczowe: pasztet, przetwory z nasion gryki, analiza mikrobiologiczna, analiza sensoryczna, jakość

Wprowadzenie

Pasztety są produktem często nabywanym przez konsumentów [6]. Charakteryzują się wysoką niestabilnością oksydacyjną ze względu na dużą zawartość tłuszczu (ok. 35 %) i żelaza hemowego (ok. 30 mg/g pasztetu) [6, 7]. Są one bardzo ubogie w naturalne przeciwutleniacze ze względu na kilkakrotną obróbkę termiczną surowców.

Dr inż. M. Olszak, prof. dr hab. Z.J. Dolatowski, Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin, dr M. Jałosińska, dr D. Jaworska, Katedra Techniki i Technologii Gastronomicznej, Wydz. Nauk o Żywności Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa

Utlenianie tłuszczu jest jedną z najważniejszych przyczyn obniżania jakości, szczególnie produktów wysokotłuszczowych, jednak lipidy wpływają na ilościową, jakościową i czasową percepcję substancji lotnych i nielotnych, modyfikując aromat i smakowość produktu [2]. Triacyloglicerole obniżają prężność par lipofilowych związków zapachowych, podwyższając ich progi wyczuwalności [11]. W związku z powyższym zachodzi konieczność wzbogacania wysokotłuszczowych wyrobów podrobowych w dodatkowe substancje przeciwutleniające, które przyczynią się do zachowania prawidłowej jakości technologicznej i mikrobiologicznej w trakcie przechowywania, a jednocześnie nie wpłyną na obniżenie jakości sensorycznej. W badaniach wykazano korzystny wpływ dodatku nasion gryki na obniżenie ogólnej liczby bakterii tlenowych mezofilnych i liczby bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Jednocześnie dowiedziono ich właściwości prebiotycznych, przejawiających się wzrostem liczby korzystnych bakterii z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* w przewodzie pokarmowym [17]. Do związków występujących w nasionach gryki o właściwościach antyoksydacyjnych i bakteriostatycznych można zaliczyć: flawonoidy, kwasy fenolowe, skondensowane taniny, fitosterole, fagopiryny i tokoferole [5, 8, 20, 22]. W całych nasionach gryki wykryto sześć flawonoidów: rutynę, kwercetynę, orientynę, izoorientynę, witeksynę i izowiteksynę [3, 8, 17, 22]. Ziarno obłuszczone zawiera tylko rutynę i izowiteksynę, podczas gdy w łusce występują wszystkie flawonoidy [3]. Zastosowanie obróbki termicznej wpływa na zwiększenie zdolności przeciwutleniającej związków zawartych w nasionach gryki [5, 20].

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu przetworów z obłuszczonych i nieobłuszczonych nasion gryki oraz mąki gryczanej na jakość wysokotłuszczowych wyrobów mięsnych na przykładzie pasztetów.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły wyroby mięsne typu pasztet pieczony, wyprodukowane w warunkach przemysłowych zgodnie z recepturą zakładu mięsnego. Skład surowcowy pasztetu: 23 % mięsa wieprzowego kl. II, 15,2 % wołowiny kl. II, 12 % wątroby wieprzowej, 15,2 % masek wieprzowych (mięso i skóry pozyskane po ugotowaniu głów), 14 % podgardla wieprzowego, 15,2 % rosołu (roztwór pozyskany z gotowania mięs), 1,4 % soli kuchennej i 4 % dodatków niemięsnych (bułka tarta, białko sojowe, przyprawy). W celu uzyskania prób z dodatkiem nasion gryki, 5 % dodatków niemięsnych wymieniano spreparowanymi nasionami obłuszczonymi i nieobłuszczonymi oraz mąką gryczaną. W procesie preparowania nasiona poddawano obróbce hydrotermicznej – parowaniu w temp. 80 °C przez 30 min. Następnie suszono je do uzyskania 5 % wilgotności i rozdrabniano do postaci proszku o wielkości cząstek 160 - 180 µm. Mąkę gryczaną zakupiono w sklepie z żywnością ekologiczną. Ugotowane surowce mięsne kutrowano przez 5 min przy prędkości noży 1500 obr./min, podając do misy kutra

kolejno: mięso, wątrobę, preparaty gryczane, tłuszcz i pozostałe składniki. Farszem napełniano pojemniki aluminiowe o pojemności 1 l i pieczono do uzyskania temp. 76 - 78 °C wewnątrz bloku mięsnego. Pasztety po schłodzeniu przechowywano w temp. 4 °C. Ocenę pasztetów wykonano w 1., 7. i 14. dobie przechowywania. Otrzymano następujące warianty:

- K – produkt kontrolny (bez dodatku preparatów gryczanych);
- B1 – produkt z 5 % wymianą dodatków niemięsnych – z obłuszczonymi, parowanymi i wysuszonymi, a następnie rozdrobnionymi nasionami gryki;
- B2 – produkt z 5 % wymianą dodatków niemięsnych – z nieobłuszczonymi, parowanymi i wysuszonymi, a następnie rozdrobnionymi nasionami gryki;
- B3 – produkt z 5 % wymianą dodatków niemięsnych – z mąką gryczaną.

Pomiaru kwasowości czynnej (pH) dokonywano przy użyciu miernika cyfrowego CPC-501 Elmetron i elektrody zespolonej, typ ERH-111. Pomiaru potencjału oksydo-redukcyjnego dokonywano przy użyciu elektrody zespolonej, typ ERPt-13. Uzyskany wynik pomiaru przeliczano na wartość potencjału oksydo-redukcyjnego względem standardowej elektrody wodorowej w mV. W tym celu do zmierzonej wartości potencjału dodano znaną wartość potencjału elektrody odniesienia ($E_{0dn}=211$ Mv w temp. 20 °C).

Do oceny stopnia utlenienia pasztetu zastosowano zmodyfikowaną metodę Saliha wg Pikula [14], wykorzystując barwną reakcję z 0,02 M wodnym roztworem kwasu 2-tiobarbiturowego (odczynniki TBA), mierzoną przy długości fali $\lambda = 532$ nm w spektrofotometrze Nicolet evolution 300 firmy Thermo Elektron Corporation. Ilość produktów utlenienia wyrażano w mg dialdehydu malonowego (MDA)/kg produktu.

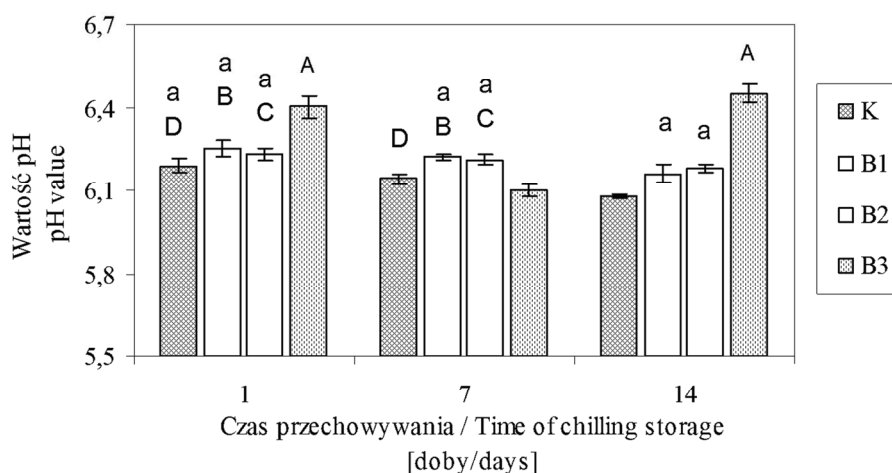
Do oceny sensorycznej pasztetu zastosowano metodę ilościowej analizy opisowej (QDA,) [21]. Metoda QDA zdobyła szerokie uznanie jako standardowa metoda profilowania oceny sensorycznej. Ma ona duże znaczenie praktyczne i jest szeroko stosowana do opracowywania nowych produktów oraz porównania produktów własnych z konkurencyjnymi, śledzenia zmian sensorycznych m.in. pod wpływem przechowywania [1]. Ustalono 16 wyróżników jakościowych [10]. Intensywność każdego z wyróżników zaznaczano na nieustrukturalizowanej skali liniowej 10 j.u. Każdy z wyróżników oceniany był na oddzielnej skali z odpowiednimi określeniami brzegowymi. W badaniach brał udział 10-osobowy zespół przeszkolony w zakresie stosowanej metody. Ocenę prowadzono w pomieszczeniu o temp. 20 °C i w świetle dziennym.

Badania mikrobiologiczne prowadzono tradycyjną metodą płytkową wgłębą [15]. Oznaczenia prowadzono w kierunku ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych i ogólnej liczby drobnoustrojów psychrotrofowych (podłoże agar odżywczy) oraz ogólnej liczby drożdży i pleśni (podłoże Sabouraud Chloramphenicol Agar). Do obliczenia liczby drobnoustrojów wybierano płytki z takiego rozcieńczenia, przy którym uzyskano wzrost w zakresie 30 - 300 kolonii na jednej płytce [16].

Do wyznaczenia istotności różnic między wartościami średnimi zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Weryfikacji hipotez dokonano testem Tuckey'a.

Wyniki i dyskusja

Kwasowość czynna (pH) pasztetów K, B1, B2 (rys. 1) w 1. dobie po produkcji wynosiła w od 6,19 do 6,26, natomiast w próbie z dodatkiem mąki gryczanej 6,42. W 7. dobie przechowywania nastąpił wzrost kwasowości we wszystkich próbach, przy czym największy i zarazem statystycznie istotny w próbie B3 (z dodatkiem mąki gryczanej). Po 14. dobie przechowywania stwierdzono dalszy statystycznie istotny wzrost kwasowości w próbach z dodatkiem spreparowanych nasion gryki ok. 6,17. Najniższą kwasowość oznaczono w próbie B3 – 6,45.



Objaśnienia:/ Explanatory notes:

K – produkt kontrolny / control product; w pasztetach doświadczalnych 5 % dodatków mięsnych wymieniono: B1 – obłuszczone, parowane, wysuszone, a następnie rozdrobnionymi nasionami gryki; B2 – nieobłuszczone, parowane, wysuszone, a następnie rozdrobnionymi nasionami gryki; B3 – mąką gryczaną / in the experimental pâtés, 5 % of the non-meat additives were replaced with: B1 – vapoured dried, and, then, milled buckwheat seeds with no husk; B2: vapoured, dried, and, then, milled buckwheat seeds with husk; B3 – buckwheat flour.

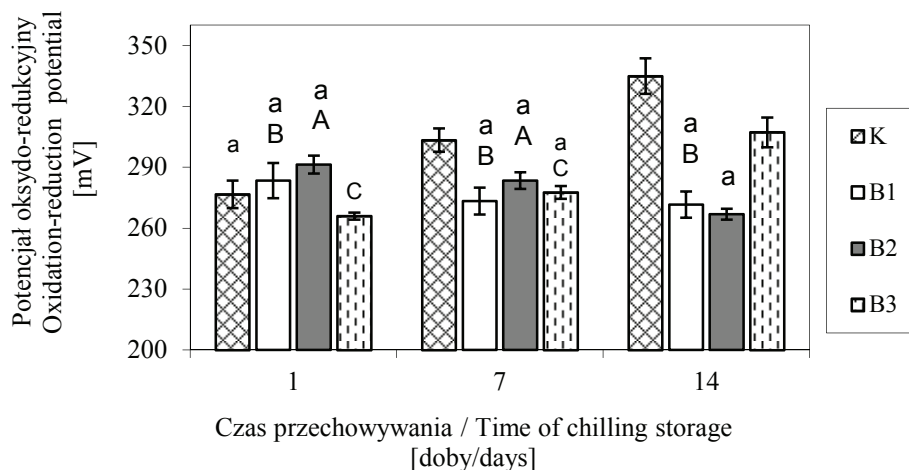
Wartości średnie prób oznaczone tymi samymi małymi literami ^a w obrębie tej samej doby i wielkimi literami ^{A-D} pomiędzy różnymi dobami nie różnią się statystycznie istotnie ($\alpha \geq 0,05$) / Mean values denoted by the same small letter index ^a within the same day period and denoted by the capital letter index ^{A-D} within different day periods do not differ statistically significantly ($\alpha \geq 0.05$).

Rys. 1. Kwasowość czynna (pH) pasztetów pieczonych, podczas chłodniczego przechowywania.

Fig. 1. Active acidity (pH values) of baked pâtés during chilling storage.

Jednym ze wskaźników przydatnych do monitorowania reakcji chemicznych i biologicznych będących przyczyną procesów oksydacyjnych jest potencjał oksydo-redukcyjny (ORP) [12]. ORP pasztetów (rys. 2) z dodatkiem spreparowanych nasion gryki podczas całego okresu przechowywania wynosił 260 - 290 mV, natomiast wartość ORP próby kontrolnej oraz z dodatkiem mąki gryczanej zmieniała się statystycznie istotnie i kształtowała w zakresie 280 - 320 mV, przy czym wyższe wartości osiągała próba K.

W 14. dobie przechowywania wartość ORP próby kontrolnej była o ok. 70 mV wyższa (334,87 mV) w porównaniu z próbami zawierającymi dodatek spreparowanych nasion gryki, a w przypadku próby z dodatkiem mąki gryczanej odnotowano 307,20 mV. Potencjał redox zależy od szeregu czynników środowiskowych (wartość pH, aktywność wody, obecność tlenu, procesy biofizykochemiczne), jak również od stężenia reagentów (każda substancja, która po dodaniu do układu matrycy żywnościowej jest w stanie w niej uczestniczyć i wywołać zamierzone reakcje) [12, 18]. W badaniach własnych wykazano, że obecność substancji aktywnie czynnych zawartych w nasionach gryki w sposób istotny przyczyniła się do obniżenia potencjału oksydo-redukcyjnego i wskaźnika TBARS (rys. 3). Dodatek spreparowanych nasion wpłynął na to, że wartość wskaźnika TBARS w 7. dobie przechowywania w próbach B1 i B2 (ok. 2,50 mg MDA/ kg produktu) była o ok. 1,5 mg MDA/kg produktu niższa w odniesieniu do prób K i B3, natomiast w 14. dobie różnice były większe. Uzyskane



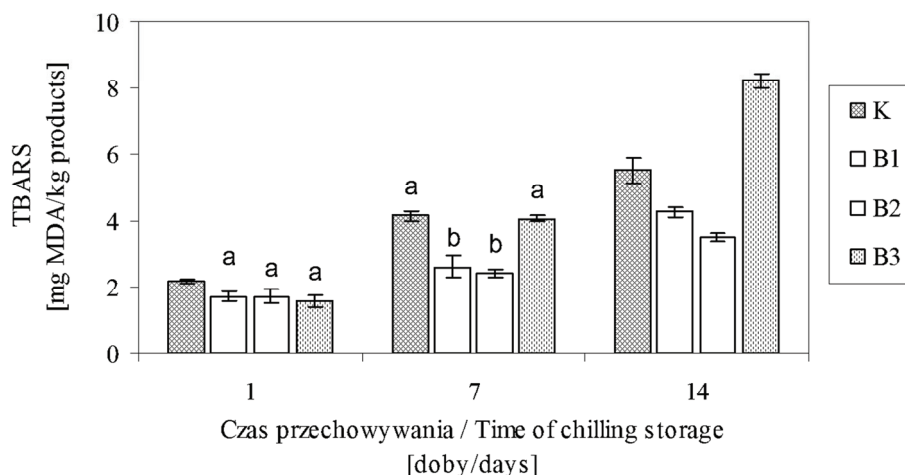
Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 2. Potencjał oksydo-redukcyjny pasztetów pieczonych, podczas chłodniczego przechowywania.

Fig. 2. Oxidation-reduction (Redox) potential of baked pâtés during chilling storage.

wyniki badań potwierdzają również badania Olszak i Dolatowskiego [13]. Jak podaje Dziedzic i wsp. [5] obróbka termiczna przyczynia się do zwiększenia zdolności przeciwutleniającej związków aktywnie czynnych zawartych w nasionach gryki, a także zwiększenia zdolności wygaszania rodników DPPH[•], co prawdopodobnie wpływa na spowolnienie procesów oksydo-redukcyjnych. W niniejszych badaniach stwierdzono, że wraz ze zmniejszeniem kwasowości obniżyła się wartość ORP, co również zaobserwowano w innych badaniach [4, 13, 18]. Wielkość potencjału redox może być również jednym ze wskaźników rozwoju drobnoustrojów, ponieważ wykazano, że wraz ze wzrostem wartości ORP odpowiednio wzrasta ich poziom. Należy nadmienić, że obecność spreparowanych nasion gryki w pasztecie powodowała obniżanie wartości ORP [4, 13, 19].

Na sensoryczną jakość ogólną pasztetów składał się szereg wyróżników, jak: zapach, smak, cechy tekstury, w tym smarowność oraz wilgotność. Jakość ogólna badanych pasztetów w 1. dobie od wyprodukowania (rys. 4) wynosiła od 6,5 j.u. w próbie K do 6,1 j.u. w próbie B1. Najniżej oceniono pasztet z dodatkiem nieobłuszczonych, rozdrobnionych nasion gryki – 5,3 j.u., ocena ta była jednak najbardziej stabilna podczas całego okresu przechowywania. Dodatek mąki gryczanej spowodował, że w 1. dobie pasztet B3 oceniono niżej od pasztetów: kontrolnego i z dodatkiem spreparowanych nasion gryki.



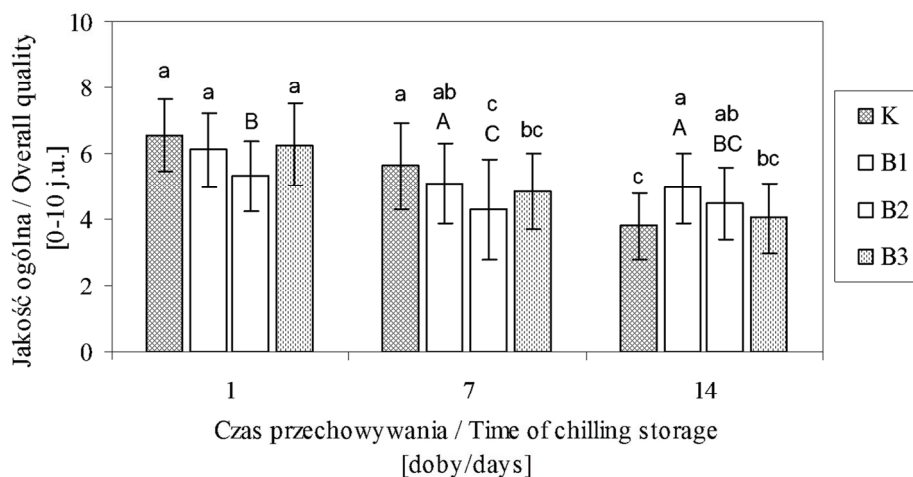
Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 3. Wskaźnik TBARS pasztetów pieczonych, podczas chłodniczego przechowywania.

Fig. 3. TBARS values of baked pâtés during chilling storage.

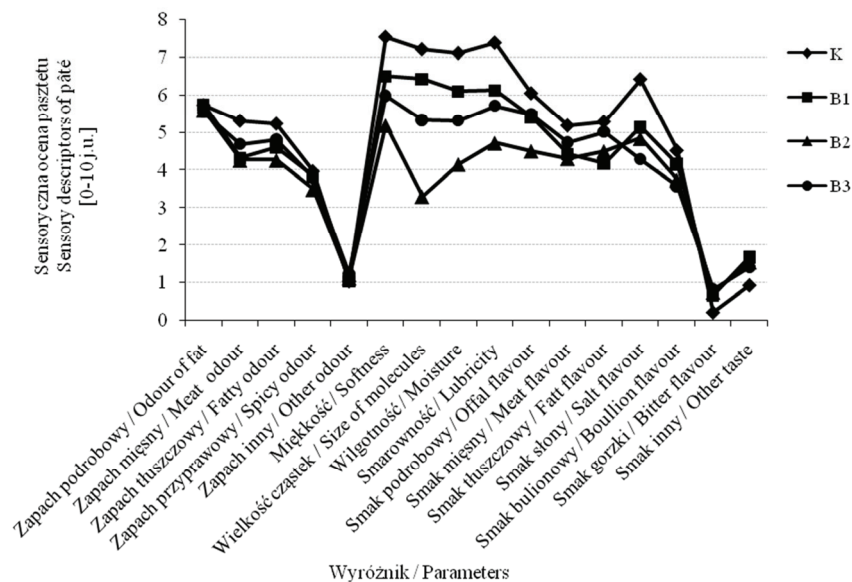
W 14. dobie przechowywania pasztet z dodatkiem mąki gryczanej, podobnie jak kontrolny, został oceniony poniżej 4 j.u. Na obniżenie poziomu wyróżników sensorycznych tych pasztetów przypuszczalnie miały wpływ zaawansowane procesy oksydacyjne (wysoka wartość ORP i wskaźnika TBARS) oraz intensywny rozwój drobnoustrojów, w tym drożdży i pleśni, czego nie stwierdzono w pasztetach z dodatkiem spreparowanych nasion gryki. Przeprowadzona ocena sensoryczna pasztetów (rys. 5, 6 i 7) wykazała obniżenie poziomu wyróżników jakości sensorycznej pod wpływem dodatku spreparowanych nasion gryki, ale jednocześnie dodatek ten spowodował, że podczas całego okresu przechowywania ocena ta utrzymywała się na zbliżonym poziomie.

Wśród składowych zapachu w 1. dobie (rys. 5) najwyżej oceniono zapach podrobowy (5,6 - 5,8 j.u.). Zapach inny typu zbożowy, pieczeni, bulionu był oceniony najniżej (1 - 1,2 j.u.). W zakresie intensywności cech tekstury wystąpiła znaczna rozbieżność ocen takich wyróżników, jak: miękkość, wielkość cząsteczek, wilgotność, smarowność. W tym przypadku najwyżej oceniono pasztet kontrolny, a najniżej pasztet zawierający dodatek nieobłuszczonych, rozdrobnionych nasion gryki. W ocenie doustnej uwzględniono składowe smaku: podrobowy, mięsny, tłuszczowy, słony, bulionowy, gorzki i inny (w tym smak goryczki, wędzony, wątrobiany). W próbie kontrolnej dominował smak słony – 6,4 j.u. Smak podrobowy najwyżej oceniono w próbie K – 6,1 j.u., w przypadku prób B1 i B3 ok. 5,5 j.u., a w próbie B2 – 4,5 j.u.



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

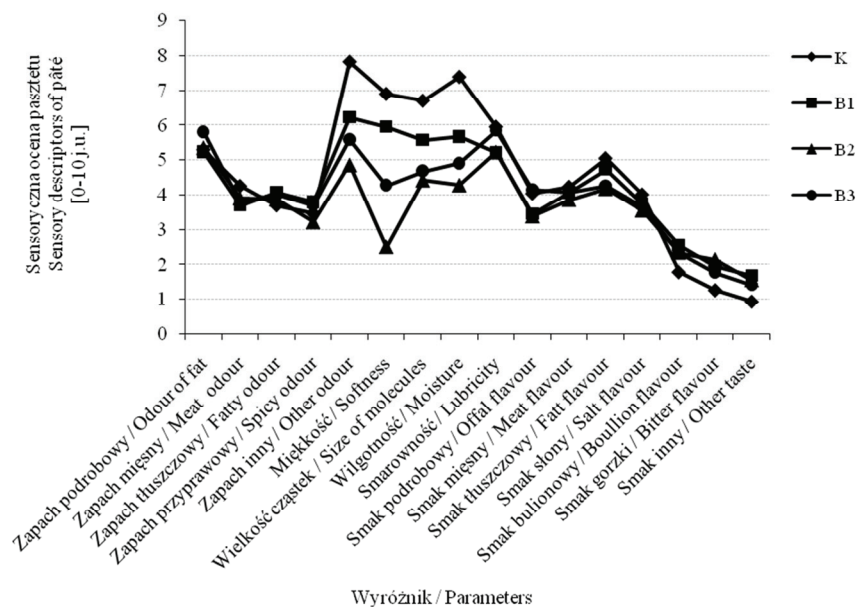
Rys. 4. Jakość ogólna pasztetów pieczonych, podczas chłodniczego przechowywania.
Fig. 4. Overall quality of baked pâtés during chilling storage.



Objaśnienie symboli pod rys. 1 / Explanation of symbols as in Fig. 1.

Rys. 5. Wyniki sensorycznej oceny pasztetów pieczonych, w pierwszej dobie przechowywania.

Fig. 5. Results of sensory analysis of baked pâtés during chilling storage on the 1st day of chilling storage.

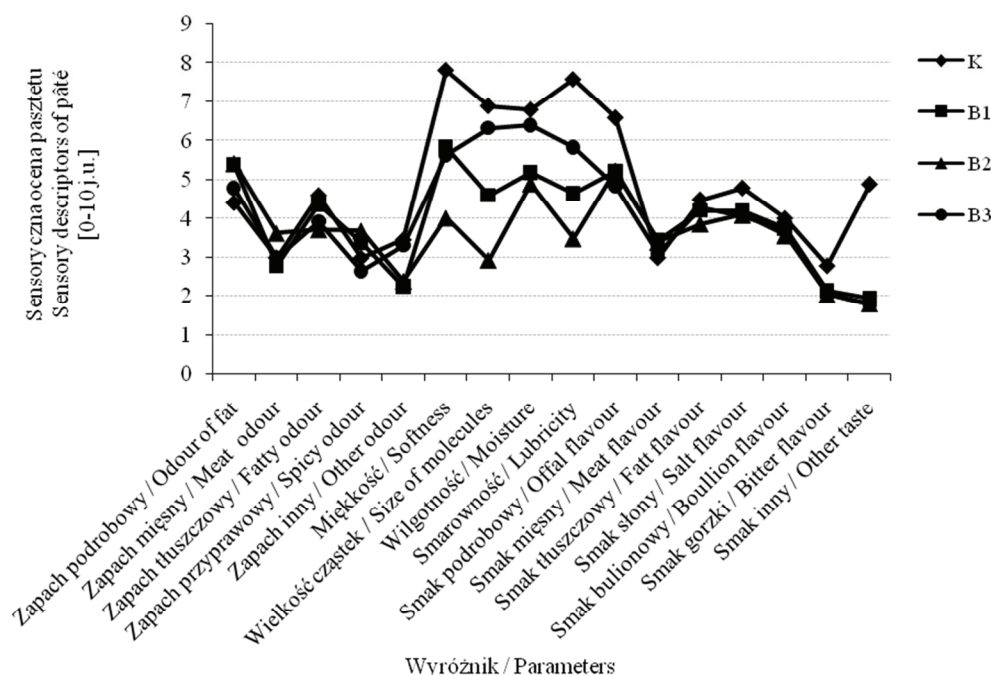


Objaśnienie symboli pod rys. 1 / Explanation of symbols as in Fig. 1.

Rys. 6. Wyniki sensorycznej oceny pasztetów pieczonych, w 7. dobie przechowywania.

Fig. 6. Results of sensory analysis of baked pâtés on the 7th day chilling storage.

W 7. dobie przechowywania pasztetów (rys. 6) intensywność zapachu mięsnego była o ok. 1 j.u. niższa w próbach K (4,3 j.u.) i B3 (3,8 j.u.) w porównaniu z 1. dobą. Zapach podrobowy oceniono od 5,2 j.u. w próbce B1 do 5,8 j.u. w próbce B3. Intensywność parametrów tekstury utrzymywała się na zbliżonym poziomie w 1. dobie we wszystkich próbach.



Objaśnienie symboli pod rys. 1 / Explanation of symbols as in Fig. 1.

Rys. 7. Wyniki sensorycznej oceny pasztetów pieczonych, w 14. dobie przechowywania.

Fig. 7. Results of sensory analysis of baked pâtés on the 14th day of chilling storage.

W 14. dobie przechowywania (rys. 7) próba kontrolna, która do tego okresu charakteryzowała się pożądanymi przez konsumenta wyróżnikami, została oceniona znacznie niżej, podobnie jak próba z dodatkiem mąki gryczanej, w porównaniu z pasztetami B1 i B2. Próby K i B1 charakteryzowały się wyższą, w odniesieniu do 7. doby, intensywnością zapachu tłuszczowego (odpowiednio 4,6 i 4,4 j.u.). Próba K odznaczała się również wysoką intensywnością zapachu innego (kwaśny, nieprzyjemny) podobnie jak próba B3 (ok. 3,3 j.u.). W próbach tych znacznie zmniejszyła się intensywność zapachu przyprawowego. Wśród wyróżników tekstury próba K oraz B3 odznaczały się najwyższą intensywnością, głównie miękkości i smarowności. W przypadku pasztetu kontrolnego noty za wyróżniki tekstury wynosiły: miękkość – 7,8 j.u.; wielkość cząste-

czek – 6,9 j.u.; wilgotność – 6,8 j.u.; smarowność – 7,6 j.u. Dodatek nieobłuszczonych, rozdrobnionych nasion gryki wpłynął na obniżenie intensywności wyróżników tekstury, które w porównaniu z próbą K wynosiły odpowiednio: 4,0 j.u.; 2,9 j.u.; 4,9 j.u.; 3,9 j.u. Intensywność składowych smaku również uległa osłabieniu (rys. 7), jednak różnice te były stosunkowo niewielkie w odniesieniu do poprzedniego okresu przechowywania (rzędu 0,1 – 1 j.u.). Zdecydowanie zmienił się profil smakowy próby kontrolnej, która charakteryzowała się zwiększonym smakiem podrobowym – 6,6 j.u., tłuszczowym – 4,5 j.u., zmniejszonym smakiem mięsnym – 3,0 j.u., słonym – 4,8 j.u., smak bulionu pozostał na poziomie 4,0 j.u., dodatkowo pojawił się smak gorzki – 2,9 j.u., jak również inny (w tym kwaśny, nieprzyjemny, obcy) – 4,9 j.u. Dlatego też pod względem ogólnym pasztet kontrolny został najniżej oceniony (3,89 j.u.). Na poziomie 4,0 j.u. oceniono pasztet B2, natomiast najwyżej – pasztet B1 (5,0 j.u.).

Niewątpliwie ważnym wskaźnikiem jakości technologicznej wyrobów mięsnych jest jakość mikrobiologiczna. Przeprowadzona analiza mikrobiologiczna pasztetów (tab. 1, rys. 8) wykazała, że próba K oraz B3 charakteryzowały się wysokim poziomem ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych oraz psychrotrofowych w porównaniu z próbami B1 i B2. W 14. dobie przechowywania chłodniczego wykazano statystycznie istotny wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych do $\log 5,64$ jtk/g w próbce B3 i $\log 5,44$ jtk/g w próbce K. Dodatek preparatu z nasion nieobłuszczonych w największym stopniu przyczynił się do zahamowania wzrostu ogólnej liczby tlenowych drobnoustrojów mezofilnych (poziom $\log 1,40$ jtk/g pod koniec przechowywania). W próbce z dodatkiem preparatu z nasion obłuszczonych pod koniec przechowywania nastąpił niewielki wzrost do poziomu $\log 2,51$ jtk/g. W 14. dobie badań, również jedynie w próbce K i B3 stwierdzono obecność pleśni i drożdży, które nie wystąpiły w pasztetach z dodatkiem spreparowanych nasion gryczanych (B1 i B2). Pojawienie się drożdży może być przyczyną białego nalotu na powierzchni wyrobu i zmian sensorycznych. Niskie poziomy drobnoustrojów w pasztetach B1 i B2 wskazują, że jest możliwe uzyskanie dużej redukcji mikroorganizmów pod wpływem związków bioaktywnych, zawartych w nasionach gryki. Badania Kordowskiej-Wiater i Łukaszewicza [9] dowodzą, że oprócz oznaczanych w pracy drobnoustrojów powszechne w tego typu produktach są bakterie mlekowe, które mogą wywołać niepożądane zmiany sensoryczne (smak i zapach kwaśny, gryzący, jełki, serowaty) oraz śluzowacenie. Można zatem przypuszczać, że cechy sensoryczne pasztetów pieczonych, głównie prób K i B3 uległy znacznemu pogorszeniu w wyniku rozwoju mikroorganizmów oraz postępujących procesów utleniania. Obniżenie jakości mikrobiologicznej w pasztecie kontrolnym oraz z dodatkiem mąki gryczanej było przyczyną zmian na powierzchni objawiających się śluzowaceniem, a także nadmiernym zakwaszeniem, spowodowanym rozwojem drożdży i bakterii kwasu mlekowego. Prawdopodobnie na rozwój bakterii oraz grzybów w pasztecie z dodatkiem mąki gryczanej miała wpływ

obecność enzymów oraz zanieczyszczeń mikrobiologicznych samej mąki. Ziarno zbóż oraz produkty jego przerobu są bogatym źródłem różnych enzymów. Na działanie enzymów znaczący wpływ wywiera temperatura i kwasowość środowiska. Enzymy powodują rozkład białek przez rozszczepienie wiązań wewnątrz łańcucha peptydowego białka lub peptydów (endopeptydazy) albo przez rozbijanie skrajnych wiązań peptydowych (egzopeptydazy). Tak przygotowane środowisko stanowi doskonałą pożywkę dla różnego rodzaju drobnoustrojów. Śluzowacenie powierzchni jest zazwyczaj wynikiem rozwoju drożdży i bakterii z rodzaju *Lactobacillus* czy *Streptococcus*, natomiast zazielenienie powierzchni wywołują bakterie z rodzaju *Lactobacillus* i *Leuconostoc*, produkujące nadtlenek wodoru, który powoduje utlenianie barwników hemowych [23].

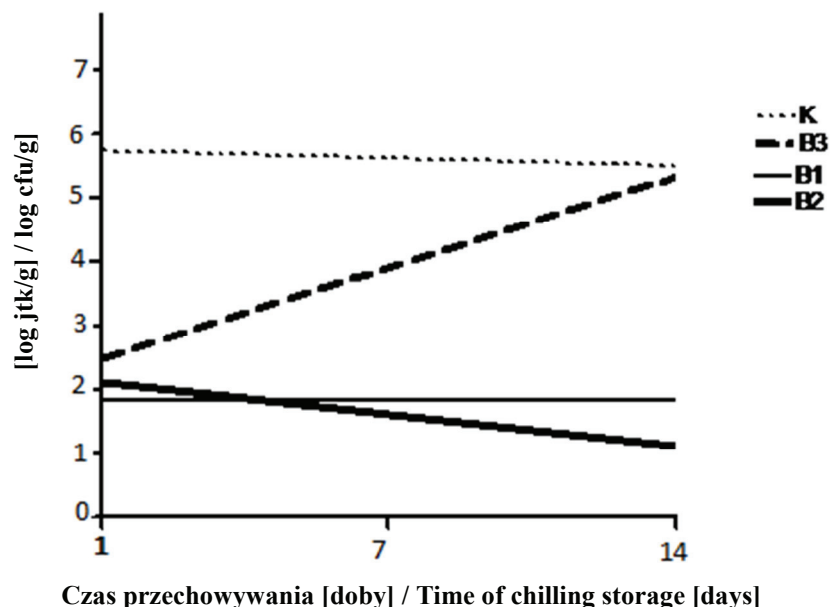
Tabela 1

Ogólna liczba bakterii tlenowych mezofilnych, psychrotrofowych oraz drożdży i pleśni w pasztetach pieczonych, podczas przechowywania.

Total count of mesophilic and psychrotrophic bacteria, as well as of yeasts and moulds in baked pâtés during chilling storage.

Wyróżnik / Characteristic		Czas przech. Time of chilling storage [doby / days]	Próba / Sample			
			K	B1	B2	B3
Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych [log jtk/ g] Total count of mesophilic bacteria [log cfu/ g]	$\bar{x}$	1	5,69 ^A	2,16 ^{Ab}	2,54 ^a	2,55 ^a
	s		0,07	0,18	0,46	0,39
	$\bar{x}$	7	5,74 ^A	1,24	1,10 ^C	3,35
	s		0,13	0,20	0,14	0,23
	$\bar{x}$	14	5,44 ^{aA}	2,51 ^B	1,40 ^C	5,64 ^a
	s		0,10	0,34	0,26	0,10
Ogólna liczba drobnoustrojów psychrotrofowych [log jtk/ g] Total count of psychrotrophic bacteria [log cfu/ g]	$\bar{x}$	1	<1	<1	<1	<1
	s		–	–	–	–
	$\bar{x}$	7	3,45 ^A	1,08 ^a	1,16 ^a	<1
	s		0,12	0,15	0,28	–
	$\bar{x}$	14	3,70 ^A	2,20 ^a	2,18 ^a	5,74
	s		0,55	0,10	0,28	0,17
Ogólna liczba drożdży i pleśni [log jtk/ g] Total count of yeasts and moulds [log cfu/ g]	$\bar{x}$	1	<1	<1	<1	<1
	s		–	–	–	–
	$\bar{x}$	7	<1	<1	<1	<1
	s		–	–	–	–
	$\bar{x}$	14	1,36 ^a	<1	<1	1,64 ^a
	s		0,10	–	–	0,19

Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1; n = 4.



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

Rys. 8. Krzywe regresji liniowej między ogólną liczbą bakterii tlenowych mezofilnych w pasztetach a czasem przechowywania.

Fig. 8. Curves of linear regression between total count of mesophilic bacteria in baked pâtés and time of chilling storage.

Wnioski

1. Zastosowanie obłuszczonych i nieobłuszczonych nasion gryki, poddanych obróbce hydrotermicznej, a następnie rozdrobnionych, do produkcji wysokotłuszczowych pasztetów mięsnych wpływa na wzrost trwałości przechowalniczej wyrobów poprzez zachowanie odpowiedniej jakości mikrobiologicznej i uzyskanie zadowalającej oceny sensorycznej.
2. Obróbka hydrotermiczna nasion gryki wpływa na wzrost aktywności przeciwutleniającej związków bioaktywnych w niej zawartych m.in. poprzez hamowanie postępujących procesów oksydacyjnych w pasztetach.
3. Zastosowanie spreparowanych nasion gryki do produkcji pasztetów przyczynia się do zahamowania rozwoju tlenowych drobnoustrojów mezofilnych, psychrotrofowych oraz drożdży i pleśni.

Literatura

- [1] Barylko-Pikielna N., Matuszewska I.: Sensoryczne badania żywności. Podstawy – metody – zastosowania. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2009.
- [2] De Ross K.B.: How lipids influence food flavor. Food Technol., 1997, **51** (1), 60-62.
- [3] Dietrych-Szostak D., Oleszek W.: Effect of processing on the flavonoid content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Möench) grain. J. Agric. Food Chem., 1999, **47**, 4384-4387.
- [4] Dolatowski J. Z., Olszak M.: Effect of κ -carrageenan on colour stability of model products with different levels of fat. EJPAU. Food Sci. Technol., 2007, **10**, #15.
- [5] Dziedzic K., Drożdżyńska A., Górecka D., Czaczyk K.: Zawartość wybranych związków przeciwutleniających w gryce i produktach powstałych podczas jej przerobu. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **6** (67), 81-90.
- [6] Estévez M., Ventanas J., Cava R., Puolanne E.: Characterisation of a traditional Finnish liver sausage and different types of Spanish liver pâtés: A comparative study. Meat Sci., 2005, **71**, 657-669.
- [7] Estévez, M., Ventanas, S., Ramirez, R., Cava, R.: Analysis of volatiles in liver pâtés with added sage and rosemary essential oils by using SPME-GC-MS. J. Agric. Food Chem., 2004, **52**, 5168-5174.
- [8] Holasova M., Fiedlerova V., Smrcinova H., Orsak M., Lachman J., Vavreinova S.: Buckwheat – the source of antioxidant activity in functional foods. Food Res. Inter., 2002, **35**, 203-207.
- [9] Kordowska-Wiater M., Łukasiewicz B.: Wpływ sposobu pakowania na jakość mikrobiologiczną pasztetów. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **2**, 84-94.
- [10] Meilgaard, M., Civille G.V., Carr T.: Sensory evaluation techniques. Boca Raton, FL: CRC Press., 1999.
- [11] Matheis G.: Interaction between volatile flavoring substances and food constituents. Part 2: Lipids, inorganics salts, fruit acids, purine alkaloids, phenolic compounds, ethanol and complex systems. Dragoco Flavoring Information Service Rept., 1993, **38** (4), 148-161.
- [12] Nicoli M.C., Toniolo R., Anese M.: Relationship between redox potential and chain-breaking activity of model systems and foods. Food Chem., 2004, **88**, 79-83.
- [13] Olszak M., Dolatowski Z. J.: Stabilność oksydacyjna mięsa z dodatkiem orzeszków gryki. Roczn. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz., 2009, **T. XLVII/1**, 35-43.
- [14] Pikul J., Leszczyński E., Kummerow F.A.: Evaluation of three modified TBA, methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. J. Agric. Food Chem., 1989, **37**, 1309-1313.
- [15] PN-A-82055-3:1994. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Przygotowanie próbek i rozcieńczeń.
- [16] PN-EN ISO-6887-1:2000. Mikrobiologia żywności i pasz. Przygotowania próbek, zawiesiny wyjściowej i rozcieńczeń dziesięciokrotnych do badań mikrobiologicznych. Ogólne zasady przygotowania zawiesiny wyjściowej i rozcieńczeń dziesięciokrotnych.
- [17] Préstamo G., Pedrazuela A., Peñas E., Lasunción M.A., Arroyo G.: Role of buckwheat diet on rats as prebiotic and healthy food. Nutrition Research, 2003, **23**, 803-814.
- [18] Rödel W., Scheuer R.: Das Redoxpotential bei Fleisch und Fleischerzeugnissen. Fleischwirtschaft, 1998 **78**, 974-981.
- [19] Stasiak S.D.: Charakterystyka jakościowa modelowego produktu pasteryzowanego z mięsa kurcząt z dodatkiem buraka ćwikłowego. Roczn. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz., 2007, **T. XLV/1**, 173-180.
- [20] Stempińska K., Soral-Śmietana M., Zieliński H., Michalska A.: Wpływ obróbki termicznej na skład chemiczny i właściwości przeciwutleniające ziarniaków gryki. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **5** (54), 66-76.
- [21] Stone H., Sidell J.L.: Sensory Evaluation Practices.. Ed. 3, Academic Press., New York 2004.
- [22] Ting S., Chi-Tang H.: Antioxidant activities of buckwheat extracts. Food Chem., 2005, **90**, 743-749.
- [23] Weber H.: Haltbarkeit und sensorische Qualität von Brühwurst. Fleischwirtschaft, 2003, **2**, 89-93.

EFFECT OF BUCKWHEAT SEED PREPARATIONS ADDED ON QUALITY OF PÂTÉS DURING STORAGE

S u m m a r y

The subject of the research were baked pâtés, which contained a high content of fat and a 5% addition of processed buckwheat seeds (with and without husk) and buckwheat flour; the control samples contained no buckwheat products. The seeds were hydrothermally processed (under vapour), dried, and milled. On the 1st, 7th, and 14th day of their storage, the following parameters were determined: acidity of the products (pH value), oxidation-reduction potential (ORP), and fat oxidation index (TBARS number). A sensory and microbiological analyses were carried out. It was found that the addition of the processed buckwheat seeds caused the acidity of the pâtés to remain on the same level, and the oxidation processes during storage to be reduced. Compared to the control samples and the sample with buckwheat flour added, the oxidation-reduction potential (ORP) and the TBARS numbers were lower; this was a proof that the oxidation processes were reduced. The addition of the processed buckwheat seeds also caused the increase in the sensory and microbiological durability of the pâtés. Among other things, this fact resulted from the suppressed increase in the total count of mesophilic bacteria, and, also, because yeasts and moulds did not grow at all, contrary to what was found as regards the rest of the pâtés analysed.

Key words: pâté, buckwheat seed preparations, microbiological analysis, sensory analysis, quality ☒

DOROTA MAJ, JÓZEF BIENIEK, ZOFIA BEKAS

WPLYW WIEKU I PŁCI KRÓLIKÓW NA WSKAŹNIKI JAKOŚCI ICH MIĘSA

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu wieku i płci na jakość mięsa królików rasy nowozelandzkiej białej ($n = 60$). Zwierzęta ubijano w 12., 21. i 32. tygodniu życia. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że mięso królików starszych zawierało istotnie więcej białka, a mniej tłuszczu śródmięśniowego niż mięso królików młodszych. Zawartość wody i związków mineralnych w postaci popiołu w mięsie królików badanych grup wiekowych była podobna. Z wiekiem wzrastała twardość, żujność oraz siła cięcia mięsa; pod względem pozostałych parametrów tekstury (sprężystość, spójność) mięso królików badanych grup wiekowych nie różniło się istotnie. Kwasowość czynna (pH) mięsa królików badanych grup wiekowych mieściła się w granicach przewidzianych dla mięsa dobrej jakości, jednak po 24 h od uboju pH mięsa królików starszych było istotnie wyższe od pH mięsa królików młodszych (*m. longissimus lumborum* i *m. biceps femoris*). Mięso combra (*m. longissimus lumborum*) królików ubijanych w 21. tygodniu życia było ciemniejsze od mięsa królików 12- i 32-tygodniowych. Mięso królików badanych grup wiekowych 24 h po uboju nie różniło się pod względem jasności i składowej czerwonej barwy. Natomiast wartość składowej żółtej barwy mięsa zmniejszała się istotnie z wiekiem zwierząt. Mięso części tylnej (*m. biceps femoris*) królików młodszych było jaśniejsze od mięsa królików starszych. Wartość składowej czerwonej barwy mięsa królików młodszych, 45 min po uboju, była niższa, a po 24 h zbliżona do wartości tego parametru w mięsie osobników starszych. Pod względem składowej żółtej barwy mięso królików badanych grup nie różniło się istotnie. Jakość mięsa samic i samców nie różniła się istotnie, z wyjątkiem pH₂₄ mięsa (*m. longissimus lumborum*).

Słowa kluczowe: króliki, jakość mięsa, wiek, płeć

Wprowadzenie

Ze względu na walory odżywcze wzrasta zainteresowanie mięsem króliczym [12]. O wartości odżywczej decyduje nie tylko ilość zawartego w nim białka, lecz jego jakość i biologiczna przyswajalność [29]. Białko stanowi około 18 - 23 % masy mięsa króliczego, jest pełnowartościowe i przyswajalne przez organizm człowieka w 90 %. Zawartość tłuszczu w mięsie króliczym waha się od 2 do 6 % i zależy przede wszyst-

Dr inż. D. Maj, prof. dr hab. inż. J. Bieniek, mgr inż. Z. Bekas, Katedra Genetyki i Metod Doskonalenia Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

kim od żywienia, warunków utrzymania, a także wieku zwierząt. Mięso królicze pod względem zawartości tłuszczu i cholesterolu jest produktem konkurencyjnym w stosunku do mięsa drobiowego czy mięsa czerwonego [6]. Konsument, decydując się na wybór danego artykułu spożywczego, zwraca uwagę przede wszystkim na cechy sensoryczne mięsa, takie jak: barwa, zapach, smak, konsystencja, soczystość. Hodowla powinna być więc ukierunkowana nie tylko na ilość produkowanego surowca, lecz także na cechy technologiczne (pH, wodochłonność) i teksturalne mięsa (twardość, sprężystość, siła cięcia), decydujące o odpowiednich cechach sensorycznych.

Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na jakość mięsa króliczego są: rasa oraz żywienie. Czynniki te mają swoje odzwierciedlenie w strukturze, składzie chemicznym, barwie i smaku mięsa [19]. Jakość mięsa króliczego zależy również od: płci [4], wieku, masy ciała przed ubojem [14], systemu utrzymania oraz sposobu pozyskiwania mięsa [27].

Celem pracy było określenie wpływu wieku i płci na wskaźniki jakości mięsa królików.

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły króliki nowozelandzkie białe (n = 60, 30 samic i 30 samców), zgodnie z przyjętym układem doświadczenia.

Etap I – ubój królików w 12. tygodniu życia – n = 20 (10 samców i 10 samic), średnia masa ciała w grupie – 2,5 kg

Etap II – ubój królików w 21. tygodniu życia – n = 20 (10 samców i 10 samic), średnia masa ciała w grupie – 3,0 kg

Etap III – ubój królików w 32. tygodniu życia – n = 20 (10 samców i 10 samic), średnia masa ciała w grupie – 3,6 kg

Młodzię odsadzano od matek w 42. dniu odchowu i utrzymywano w systemie baterijnym. Króliki żywiono *ad libitum* paszą granulowaną pełnoporcjową o zawartości min. 16,5 % białka ogólnego, max. 14 % włókna surowego i min. 10,2 MJ energii metabolicznej.

Ubój zwierząt przeprowadzano po 24 h głodówce i odpoczynku przedubojowym zgodnie z obowiązującymi przepisami opisanymi przez Barabasza i Bieńka [2]. Po uboju tuszki umieszczano na 24 h w chłodni w temp. 4 °C.

Podstawowy skład chemiczny mięsa oznaczano w próbkach pobranych z combra (*m. longissimus lumborum*). Oznaczano zawartość: wody – metodą suszarkową [21], białka – metodą Kiejdahla [22], tłuszczu – metodą Soxhleta [23], związków mineralnych w postaci popiołu – metodą suszarkowo-wagową [24].

Profilową analizę tekstury (TPA – Texture Profile Analysis) wykonywano za pomocą teksturometru Texture Analyser TA – XT2 firmy Sable Micro System z przystawką, którą stanowił walec o średnicy 50 mm. Przebieg analizy był następujący:

z mięsa surowego (*m. longissimus lumborum*) prawej półtuszkę wycinano próbki w kształcie walców o średnicy 14 mm i wysokości 15 mm. Wykonywano test 2-krotnego ściskania próbek do 50 % ich wysokości. Prędkość przesuwu walca podczas testu wynosiła 2 mm/s, natomiast przerwa pomiędzy naciskami 3 s. Za pomocą programu Texture Expert for Windows version 1.05 określano następujące parametry tekstury: twardość, sprężystość, żujność i spójność. Podczas seryjnych pomiarów wszystkie parametry tekstury liczone są automatycznie.

Siłę cięcia mierzono za pomocą tego samego teksturometru Texture Analyser TA-XT2 firmy Stable Micro Systems wyposażonego w przystawkę do pomiaru siły cięcia Warnera-Bratzlera z trójkątnym wycięciem noża. Wyniki opracowano za pomocą programu Texture Export for Windows Version 1.05 firmy Stable Micro Systems. Próbkę mięsa (w postaci walców o średnicy 14 mm i wysokości 15 mm) wycinano prostopadłe do przebiegu włókien mięśniowych (*m. longissimus lumborum*).

Zakwaszenie poubojowe tkanki mięśniowej (*m. longissimus lumborum* i *m. biceps femoris*) mierzono pH-metrem (HI-9024 microcomputer pH-meter) z dokładnością do 0,01: 45 min po uboju (pH₄₅) oraz 24 h po uboju (pH₂₄). Obliczano absolutny (pH_{abs.}) i względny spadek pH (pH_{wzg.}) według Blasco i Piles [3].

Barwę mięsa (L* - jasność, a* - składowa czerwona, b* - składowa żółta) mierzono 45 min i 24 h po uboju na powierzchni mięśni combra i kończyny tylnej (*m. longissimus lumborum* i *biceps femoris*) kolorymetrem odbiciowym CR-410 firmy Minolta.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą procedury GLM [26]. W modelu jako efekty główne uwzględniono wiek i płeć oraz interakcje wiek x płeć. Istotność różnic między wartościami średnimi badanych grup określano testem Tukey'a na poziomie istotności $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

Wyniki i dyskusja

W pracy nie stwierdzono istotnych różnic między mięśniami samców i samic oraz interakcji: grupa wiekowa x płeć, dlatego też wartości średnich odnoszących się do płci i interakcji nie zamieszczono w tabelach.

Najważniejszym wskaźnikiem jakości mięsa jest zawartość białka. W niniejszych badaniach zawartość białka w mięsie królików wzrastała wraz z wiekiem królików i w 12. tygodniu życia była równa 22,74 %, natomiast w 21. i 32. tygodniu życia wahała się w granicach 24,72 - 24,99 %. (tab. 1). Podobną zawartość białka w mięsie królików białych nowozelandzkich (22,65 %) podają Cavani i wsp. [4] oraz Gašperlin i wsp. [8] – w mięsie królików mieszańców linii syntetycznych Sika i Hybrydy, ubijanych w 70. i 90. dniu życia, odpowiednio 22,2 oraz 22,0 %. Według Zajęca i wsp. [32] zawartość białka w mięsie królików mieszańców różnych ras, ubijanych w wieku około 12 tygodni (90 dni), przy masie ciała w granicach 2,3 - 2,6 kg, była mniejsza (21,78 - 22,34 %). Mniejszą zawartość białka w mięsie – 20,78 %, podają również Pla [19]

oraz Ortiz Hernandez i Rubio Lozano [18] – 19,07 %, w mięsie młodych królików nowozelandzkich białych ubijanych w 70. dniu życia, przy masie ciała około 2,0 kg. Młode zwierzęta cechują się bowiem mniejszą zawartością białka i tłuszczu w mięsie oraz większą zawartością wody [4].

Tabela 1

Zawartość podstawowych składników chemicznych w mięsie królików, według grupy wiekowej [%].
Content of basic chemical compounds in rabbit meat according to age group [%].

Parametr Parameter	Grupa wiekowa / Age group		
	12 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	21 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	32 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20
Woda / Water	72,70 (1,10)	72,71 (0,61)	72,52 (0,36)
Białka / Protein	22,74 (0,56) ^A	24,72 (0,52) ^B	24,99 (0,19) ^B
Tłuszcz / Fat	2,65 (0,94) ^A	1,00 (0,45) ^B	0,96 (0,26) ^B
Związki miner. w postaci popiołu Mineral compounds in the form of ash	1,23 (0,06)	1,21 (0,03)	1,21 (0,02)

Objaśnienie: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,01$ / Mean values denoted by various letters differ statistically significantly at $p \leq 0.01$.

Istotnym czynnikiem wpływającym na zawartość wody w mięsie jest wiek królików [17]. Zawartość wody jest z reguły ujemnie skorelowana z zawartością tłuszczu [7]. W mięsie badanych królików zawartość wody mieściła się w granicach 72,52 - 72,75 % (tab. 1). Według innych autorów zawartość wody w mięsie osiąga różne wartości: 74,20 % w mięsie królików nowozelandzkich białych, ubijanych w wieku 12 - 13 tygodni, przy masie ciała około 2,5 kg [16] oraz 73,42 % wody w mięsie królików nowozelandzkich białych, ubijanych w wieku 90 dni przy masie ciała około 2,11 kg [32].

Optymalna zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięsie królików wpływa na polepszenie soczystości i kruchości oraz na przydatność kulinarną mięsa i powinna wynosić około 3 %. Zawartość tłuszczu w badanym mięsie króliczym zmniejszała się wraz z wiekiem, co jest sprzeczne z sekwencją odkładania się tłuszczu. Najmniej tłuszczu – 0,96 % zawierało mięso królików ubijanych w 32. tygodniu życia, 1 % – mięso królików 21-tygodniowych, natomiast największą zawartość tłuszczu – 2,65 %, stwierdzono w mięsie królików 12-tygodniowych (tab. 1). Mniejsza zawartość tłuszczu w mięsie królików 21-tygodniowych spowodowana była prawdopodobnie uzyskiwaniem przez króliki w tym wieku dojrzałości płciowej, natomiast w 32. tygodniu dojrzewaniem okrywki włosowej. Według Zajęca i wsp. [32] zawartość tłuszczu w mięsie króli-

ków nowozelandzkich białych, ubijanych w wieku 90 dni, przy masie ciała 2,11 kg wynosiła 5,31 %. W badaniach przeprowadzonych przez Ortiz Hernandez i Rubio Lozano [18] stwierdzono 2,3 % tłuszczu w mięsie królików nowozelandzkich białych, ubijanych w wieku 70 dni, przy masie ciała 2,0 kg. Natomiast zawartość tłuszczu w mięsie królików mieszańców linii syntetycznych Sika i Hybrydy, ubijanych w 70. i 90. dniu życia, wynosiła odpowiednio 3,9 oraz 4,2 % [8]. Jak wynika z przytoczonych badań, różnice zawartości tłuszczu w mięsie królików są duże i zależą od rasy, sposobu żywienia, wieku, masy ciała przed ubojem oraz sezonu uboju.

Zawartość związków mineralnych w postaci popiołu w mięsie królików badanych grup wiekowych mieściła się w granicach 1,21 - 1,23 % (tab. 1). Podobne wyniki uzyskali Zajac i wsp. [32] – 1,25 % popiołu w mięsie królików nowozelandzkich białych, żywionych do woli granulowana mieszanką pełnoporcjową i ubijanych w 90. dniu życia przy masie ciała 2,11 kg. Nieznacznie większą zawartość popiołu w mięsie królików – 1,30 % oznaczyli Maj i wsp. [16].

Kolejnymi wskaźnikami jakości mięsa są cechy tekstury, takie jak: twardość, sprężystość, spójność, żujność oraz siła cięcia (tab. 2). Tekstura mięsa zależy między innymi od zawartości tłuszczu i wody w mięsie oraz od struktury włókien mięsnych. Twardość mięsa wzrastała wraz z wiekiem; w grupie królików ubijanych w 12. tygodniu życia parametr ten wynosił 58,69 N/cm², w 21. tygodniu – 83,43 N/cm², natomiast w 32. tygodniu – 87,31 N/cm² (tab. 2). Z twardością mięsa związana jest jego żujność. Stwierdzono, że żujność mięsa również wzrastała wraz z wiekiem. Żujność mięsa królików 12-tygodniowych wynosiła – 12,69 N/cm², 21-tygodniowych – 17,89 N/cm², natomiast w 32. tygodniu życia parametr ten był równy 19,49 N/cm². Siła cięcia mięsa królików 12-tygodniowych wynosiła 34,40 N/cm², królików 21-tygodniowych – 31,06 N/cm², natomiast królików ubijanych w 32. tygodniu życia – 52,63 N/cm². Mięso królików badanych grup wiekowych nie różniło się sprężystością oraz spójnością. Podobną siłę cięcia mięsa królików nowozelandzkich białych (3,25 kg/cm² lub 31,85 N/cm²) podają Lukefahr i wsp. [15]. Według Ortiz Hernandez i Rubio Lozano [18] twardość mięsa królików nowozelandzkich białych ubijanych w 70. dniu życia, przy masie ciała około 2,00 kg, wynosiła 5,00 kg/cm², a siła cięcia 2,81 kg/cm². Natomiast Ramírez i wsp. [25] w przypadku królików ubijanych w 63. dniu życia przy masie ciała 2,26 kg, uzyskali: twardość mięsa równą 9,65 kg/cm², sprężystość – 0,43, spójność – 0,47, żujność – 1,95 kg/cm² oraz siłę cięcia – 3,88 kg/cm². Inni autorzy [1] w badaniach na królikach linii syntetycznych uzyskali twardość mięsa średnio 11,7 kg/cm², sprężystość – 0,49, spójność – 0,47, żujność – 2,7 kg/cm² oraz siłę cięcia 3,57 kg/cm²; badane króliki ubijano w wieku 9 tygodni.

Tabela 2

Tekstura mięsa królików według grup wiekowych.
Texture of rabbit meat according to age groups.

Parametr Parameter	Grupa wiekowa / Age group		
	12 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	21 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	32 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20
Twardość / Hardness [N/cm ²]	58,69 (16,72) ^B	83,34 (10,33) ^A	87,31 (10,78) ^A
Sprężystość / Springiness	0,57 (0,08)	0,56 (0,10)	0,59 (0,07)
Spójność / Cohesiveness	0,37 (0,05)	0,38 (0,03)	0,38 (0,05)
Żujność / Chewiness [N/cm ²]	12,69 (3,59) ^B	17,89 (4,25) ^A	19,49 (3,79) ^A
Siła cięcia / Shear force [N/cm ²]	34,40 (8,72) ^B	31,06 (7,84) ^B	52,63 (8,43) ^A

Objaśnienie: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,01$ / Mean values denoted by various letters differ statistically significantly at $p \leq 0.01$.

Ważnym wskaźnikiem jakości mięsa i jego przydatności technologicznej jest kwasowość czynna (pH). Kwasowość mięsa zależy m.in. od sposobu postępowania ze zwierzętami przed ubojem. Pod wpływem stresu związanego z transportem czy ubojem [31] następuje gwałtowne zmniejszenie zawartości glikogenu, co z kolei niekorzystnie wpływa na procesy glikolizy zachodzące po uboju w tkance mięśniowej. Od pH mięsa zależy kruchość, barwa i smak mięsa [11]. W mięsie dobrej jakości pH₂₄ powinno zawierać się w przedziale od 5,6 do 5,9; średniej jakości od 6,0 do 6,2, natomiast mięso złej jakości ma pH₂₄ powyżej 6,2 [28].

Kwasowość czynna mięsa królików wszystkich grup wiekowych mierzona 45 min po uboju była podobna – średnie pH₄₅ wynosiło 6,73 - 6,82 (*m. longissimus lumborum*) oraz 6,61 - 6,83 (*m. biceps femoris*) (tab. 3). Według Krełowskiej-Kułas [13] istnieje zróżnicowanie pod względem pH₂₄ mięsa królików różnych ras. Mieszkańce osiągały pH₂₄ równe 5,70, natomiast pH mięsa królików nowozelandzkich białych wynosiło 5,42. W niniejszej pracy pH₂₄ mięsa było niższe od 6,0 (*m. longissimus lumborum*) w każdej grupie wiekowej królików. Podobne wyniki (pH = 5,75) uzyskali Hernandez i wsp. [10]. Natomiast pH₂₄ mięśnia dwugłowego uda królików (*m. biceps femoris*) 12-tygodniowych osiągało wartość 5,85, 21-tygodniowych 5,98, a 32-tygodniowych 6,03. Dla porównania Corino i wsp. [5], prowadzący badania mięsa królików nowozelandzkich białych, otrzymali wartość pH₂₄ (*m. longissimus lumborum*) równą 5,79, 5,89 oraz 5,96 w przypadku królików ubijanych odpowiednio w 76. (2,5 kg masy ciała), 90. (2,8 kg masy ciała) i 104. dniu życia (3,2 kg masy ciała). W badaniach Szkucika i Pyz-Łukasik [30] pH mięsa królików mieszańców mierzone 24 h po uboju wynosiło 5,71 (króliki ubijano po osiągnięciu średniej masy ciała 4,5 -

5,0 kg). Natomiast według Hernandeza i wsp. [10] pH mięsa królików mieszańców linii syntetycznych, ubijanych w wieku 8 - 9 tygodni, przy masie ciała 1,9 kg było równe 5,70 (*m. biceps femoris*).

Tabela 3

Kwasowość czynna (pH) mięsa królików według grup wiekowych.

Active acidity (pH) of rabbit meat according to age groups.

Parametr Parameter	Grupa wiekowa / Age group		
	12 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	21 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	32 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20
<i>m. longissimus lumborum</i>			
pH ₄₅	6,82 (0,33)	6,73 (0,46)	6,74 (0,37)
pH ₂₄	5,55 (0,13) ^a	5,93 (0,12) ^b	5,92 (0,13) ^b
Δ pH _{abs.}	1,27 (0,40) ^a	0,80 (0,48) ^b	0,82 (0,42) ^b
Δ pH _{wzg.}	0,18 (0,05) ^a	0,12 (0,06) ^b	0,12 (0,06) ^b
<i>m. biceps femoris</i>			
pH ₄₅	6,83 (0,23)	6,61 (0,36)	6,78 (0,32)
pH ₂₄	5,83 (0,10) ^a	5,98 (0,10) ^b	6,03 (0,10) ^b
Δ pH _{abs.}	1,00 (0,26) ^a	0,62 (0,36) ^b	0,76 (0,32) ^b
Δ pH _{wzg.}	0,15 (0,03) ^a	0,09 (0,05) ^b	0,11 (0,04) ^b

Objaśnienie: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$ / Mean values denoted by various letters differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

W badaniach na królikach mieszańcach Pla [20] otrzymał średnią wartość pH mięsa równą 5,76 – króliki ubijano przy masie ciała 2,5 kg, a Ramírez i wsp. [25] oznaczyli pH₂₄ mięsa królików ubijanych w wieku 63 dni, przy masie ciała 2,26 kg, równe 6,0. Z kolei pH₂₄ mięsa królików mieszańców rasy nowozelandzkiej białej i linii syntetycznej Hyplus, ubijanych w wieku 70 dni, przy średniej masie ciała 2,45 kg, wynosiło 5,77 (*m. biceps femoris*) [9].

O trwałości mięsa decyduje poubojowe zakwaszenie tkanki mięśniowej, które jest jednym z czynników hamujących rozwój mikroflory. Szybszy spadek pH występuje w mięśniach zwierząt bardziej odpornych na stres, u których proces glikolizy przebiega prawidłowo. Absolutna zmiana pH (Δ pH_{abs.}) mięsa królików 12-tygodniowych wynosiła 1,27, a mięsa królików pozostałych grup wiekowych (*m. longissimus lumborum*) – 0,80 - 0,82. Natomiast absolutna zmiana pH mięśnia dwugłowego uda (*m. biceps femoris*) była niższa i wynosiła 1,00 w mięsie królików 12-tygodniowych, 0,62 – królików 21-tygodniowych oraz 0,76 – królików ubijanych w 32. tygodniu życia. Względna zmiana pH mięsa królików (Δ pH_{wzg.}) wynosiła, w zależności od mięśnia, średnio 0,18

w 12. tygodniu oraz 0,12 w mięsie królików pozostałych grup wiekowych (*m. longissimus lumborum*) i odpowiednio 0,15, 0,09 i 0,11 w mięsie (*m. biceps femoris*) królików ubijanych w 12., 21. i 32. tygodniu życia. W badaniach Blasco i Piles [3] średnia zmiana pH ($\Delta pH_{abs.}$) wynosiła 0,14, natomiast względna zmiana pH ($\Delta pH_{wzg.}$) średnio 0,98, wyniki uzyskano w doświadczeniu prowadzonym na mieszańcach królików nowozelandzkich białych, kalifornijskich oraz linii syntetycznych, ubijanych w wieku 69 - 71 dni przy masie ciała 2,0 kg.

Barwę mięsa określają najczęściej trzy parametry (jasność – L^* , składowa czerwona – a^* , składowa żółta – b^*). Jasność (L^*_{45}) mięsa króliczego przyjmuje różne wartości, im wyższa wartość tego parametru, tym mięso jest jaśniejsze. W niniejszych badaniach najwyższą wartość parametru L^*_{45} miało mięso królików ubijanych w 12. tygodniu życia – 59,24 (tab. 4). Wraz z wiekiem barwa mięsa combra (*m. longissimus lumborum*) była ciemniejsza. W 21. tygodniu wartość parametru L^*_{45} wynosiła 56,98; natomiast w 32. tygodniu – 58,89. Mięso combra (*m. longissimus lumborum*) było jaśniejsze w porównaniu z mięsem części tylnej (*m. biceps femoris*) – wartość parametru L^*_{45} była równa 57,75 w 12. tygodniu, 55,67 w 21. i 54,29 w 32. tygodniu życia. Podobna tendencja wystąpiła 24 h po uboju. Jasność mięsa L^*_{24} była mniejsza w porównaniu z jasnością mierzoną 45 min po uboju i wynosiła w przypadku *m. longissimus lumborum* odpowiednio: 56,60 – mięso królików 12-tygodniowych, 55,33 – 21-tygodniowych i 56,07 – 32-tygodniowych. W przypadku *m. biceps femoris* wartości te wynosiły: 57,77; 56,90 i 55,86, odpowiednio w 12., 21. i 32 tygodniu życia. Podobne wyniki jasności barwy mięsa królików nowozelandzkich białych, ubijanych w wieku 12 - 13 tygodni, przy masie ciała 2,5 kg ($L^*_{24} = 57,34$) oraz królików mieszańców rasy nowozelandzkiej białej i linii syntetycznej Hyplus, ($L^*_{24} = 56,14$) uzyskali Gondret i wsp. [9].

Składowa czerwona barwy mięsa królików wszystkich grup wiekowych, mierzona 45 min po uboju (a^*_{45}) osiągała wartości w granicach 9,35 - 10,82 – *m. longissimus lumborum* oraz 11,35 - 12,92 – *m. biceps femoris*. Wartość tej składowej barwy mięsa mierzona 24 h po uboju królików badanych grup wiekowych wahała się od 13,95 do 14,41 – *m. longissimus lumborum* oraz od 13,32 do 14,31 – *m. biceps femoris* (tab. 4). Dodatkowo wartości składowej czerwonej określają przesunięcie barwy w kierunku czerwieni. Znacznie niższe wartości składowej czerwonej (a^*_{24}) barwy mięsa młodych królików ubijanych w wieku 63 dni ($a^* = 5,51$) i 90 dni ($a^* = 7,49$) otrzymał Pla [20], a Gondret i wsp. [9] w przypadku mięsa królików mieszańców rasy nowozelandzkiej białej i Hyplus ($a^*_{24} = 3,70$).

Pod względem składowej żółtej barwy mięsa mierzonej 45 min po uboju (b^*_{45}), mięso królików wykazywało wartości ujemne poniżej -0,03 (*m. longissimus lumborum*) – odchylenie w kierunku barwy niebieskiej oraz wartości dodatnie 0,58 - 1,38 (*m. biceps femoris*) – odchylenie w kierunku barwy żółtej. Natomiast pomiary tej składo-

wej barwy 24 h po uboju (b^*_{24}) osiągały największą wartość w mięsie królików ubijanych w wieku 12 tygodni, mniejszą w grupie 21-tygodniowej, natomiast najmniejszą 1,42 – w grupie królików ubijanych w 32. tygodniu życia (*m. longissimus lumborum*). Zdecydowanie większą wartość tego parametru (b^*_{24}) – średnio 3,50 stwierdzono na powierzchni mięśnia dwugłowego uda (*m. biceps femoris*) królików wszystkich badanych grup wiekowych (tab. 4). We wspomnianych badaniach Gondret i wsp. [9] uzyskali większą wartość składowej żółtej mięsa królików mieszańców (*m. longissimus lumborum*) ($b^*_{24} = 3,68$).

Tabela 4

Barwa mięsa królików według grup wiekowych.

Colour of rabbit meat according to age groups.

Parametr Parameter	Grupa wiekowa/Age group		
	12 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	21 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	32 tydz. /week $\bar{x}$ (s / SD) n = 20
<i>m.longissimus lumborum</i>			
L^*_{45}	59,24 (3,17) ^a	56,98 (2,66) ^b	58,89 (2,71) ^{ab}
a^*_{45}	9,35 (1,75) ^a	10,82 (2,00) ^b	9,84 (1,54) ^{ab}
b^*_{45}	- 2,52 (1,51) ^A	-0,03 (0,17) ^B	-0,73 (1,26) ^B
L^*_{24}	56,60 (3,71)	55,33 (3,62)	56,07 (2,39)
a^*_{24}	14,04 (2,15)	14,41 (2,60)	13,95 (1,42)
b^*_{24}	3,11 (1,42) ^a	2,09 (1,21) ^{ab}	1,42 (1,17) ^b
<i>m.biceps femoris</i>			
L^*_{45}	57,75 (2,96) ^{Aa}	55,67 (1,88) ^{ABb}	54,29 (1,49) ^B
a^*_{45}	11,60 (1,95) ^a	11,35 (1,25) ^a	12,92 (1,56) ^b
b^*_{45}	0,58 (1,57)	1,30 (1,04)	1,38 (0,87)
L^*_{24}	57,77 (1,84) ^a	56,90 (2,21) ^{ab}	55,86 (1,67) ^b
a^*_{24}	13,87 (1,84)	13,32 (1,26)	14,31 (1,58)
b^*_{24}	3,97 (1,61)	3,41 (0,82)	3,24 (0,76)

Objaśnienie: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$ (małe litery) lub na poziomie $p \leq 0,01$ (duże litery) / Mean values denoted by various letters differ statistically significantly at $p \leq 0.05$ (small letters) or at $p \leq 0.01$ (capital letters).

Wnioski

1. Mięso królików starszych, w porównaniu z młodszymi, zawierało istotnie więcej białka, a mniej tłuszczu śródmięśniowego, natomiast zawartość wody i związków mineralnych w postaci popiołu w mięsie królików badanych grup wiekowych była podobna.

2. Z wiekiem wzrastała twardość, żujność oraz siła cięcia mięsa, a pod względem pozostałych parametrów tekstury (sprężystość, spójność) mięso królików badanych grup wiekowych nie różniło się istotnie.
3. Wartości pH mięsa królików badanych grup wiekowych mieściły się w granicach przewidzianych dla mięsa dobrej jakości; pH mierzone po 24 h od uboju w mięsie królików starszych (*m. longissimus lumborum* i *biceps femoris*) było wyższe od pH mięsa królików młodszych, co wskazuje na lepsze właściwości technologiczne tego mięsa.
4. Mięso combra (*m. longissimus lumborum*) królików ubijanych w 21. tygodniu życia było ciemniejsze od mięsa królików 12- i 32-tygodniowych, co związane było z wyższą wartością składowej czerwonej, a niższą składowej żółtej barwy. Mięso królików badanych grup wiekowych 24 h po uboju nie różniło się pod względem jasności i składowej czerwonej barwy. Natomiast wartość składowej żółtej barwy mięsa zmniejszała się istotnie z wiekiem zwierząt.
5. Mięso części tylnej (*m. biceps femoris*) królików młodszych było jaśniejsze od mięsa królików starszych. Wartość składowej czerwonej barwy mięsa królików młodszych, 45 min po uboju, była niższa, a po 24 h wartość tej składowej była zbliżona do barwy mięsa osobników starszych. Pod względem składowej żółtej barwy mięso królików badanych grup nie różniło się istotnie.
6. Jakość mięsa samic i samców nie różniła się istotnie, z wyjątkiem pH₂₄ mięsa (*m. longissimus lumborum*).

Literatura

- [1] Ariño B., Hernández P., Blasco A.: Comparison of texture and biochemical characteristics of three rabbit lines selected for litter size or growth rate. *Meat Sci.*, 2006, **73**, 687-692.
- [2] Barabasz B., Bieniek J.: Króliki. Towarowa produkcja mięsna. PWRiL, Warszawa 2003.
- [3] Blasco A., Piles M.: Muscular pH of the rabbit. *Annales de Zootech.*, 1990, **39**, 133-136.
- [4] Cavani C., Bianchi M., Lazzaroni C., Luzi F., Minelli G., Petracci M.: Influence of type rearing, slaughter age and sex on fattening rabbit: II. Meat quality. 7th World Rabbit Congress, Valencia, 2000, 4-7 July, 567-572.
- [5] Corino C., Mourou J., Magni S., Pastorelli G., Rosi F.: Influence of dietary conjugated linoleic acid on growth, meat quality lipogenesis, plasma leptin and psychological variables of lipid metabolism in rabbits. *J. Anim. Sci.*, 2002, **80**, 1020-1028.
- [6] Dalle Zotte.: Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Prod. Sci.*, 2002, **75**, 11-32.
- [7] Fraga M.J., De Blas J.C., Pérez E., Rodríguez J. M., Pérez C. J., Gálvez J. F.: Effect of diet on chemical composition of rabbits slaughtered at fixed body weights. *J. Anim. Sci.*, 1983, **56**, 1097-1104.
- [8] Gašperlin L., Polak T., Rajar A., Skvarèa M., Iender B.: Effect of genotype, age at slaughter and sex on chemical composition and sensory profile of rabbit meat. *World Rabbit Sci.*, 2006, **14**, 157-166.
- [9] Gondret F., Hernandez P., Réminon H., Combes S.: Skeletal muscle adaptations and biochemical properties of tendons in response to jump exercise in rabbits. *J. Anim. Sci.*, 2009, **87**, 544-553.

- [10] Hernández P., Pla M., Blasco A.: Relationships of meat characteristics of rabbit selected for litter size and growth rate. *J. Anim. Sci.*, 2005, **75**, **11**, 2936-2941.
- [11] Hulot F., Ouhayoun J.: Muscular pH and related traits in rabbits: a review. *World Rabbit Sci.*, 1999, **7**, 15 -36
- [12] Kowalska D.: Wartość dietetyczna mięsa króliczego. *Wiad. Zoot.*, 2006, **XLIV**, **3**, 72-77.
- [13] Krełowska-Kułas M.: Badania nad właściwościami mięsa królika w porównaniu z mięsem innych gatunków zwierząt rzeźnych. *Zesz. Nauk. AE Kraków*, 1980, **128**, 249-255.
- [14] Lebas F., Jehl N., Juin H., Delmas D.: Influence of the male rabbit castration on meat quality. 2. Physico-chemical and sensory quality. *Proc. 7th World Rabbit Congress*, Valencia, 2000, 4-7 July.
- [15] Lukefahr S.D., Hohenboken W.D., Cheeke P.R., Patton N.M., Kennick W. H.: Carcass and meat characteristics of Flemish Giant and New Zeland White Purebreed and Terminal – Cross Rabbits. *J. Anim. Sci.*, 1982, **54**, 1169-1174.
- [16] Maj D., Bieniek J., Łapa P.: Jakość mięsa królików rasy białej nowozelandzkiej i kalifornijskiej oraz ich mieszańców. *Med. Wet.* 2008, **64** (**3**), 351-353.
- [17] Milisits G., Romvari R., Szendro Zs., Masoero G., Bergoglio G.: The effect of age and weight on slaughter traits and meat composition of Pannon White growing rabbits. *Proc. 7th World Rabbit Congress*, Valencia 2000. 4 - 7 July, pp. 629-636.
- [18] Ortiz Hernandez J.A., Rubio Lozano M.S.: Effect of breed and sex on rabbit carcass yield and meat quality. *Word Rabbit Sci.*, 2001, **9**, **2**, 51-56.
- [19] Pla M.: Effects of nutrition and selection on meat quality. *World Rabbit Sci. Association*, First Announcement, 8th World Rabbit Congress, Convection Center, Puebla, Mexico, 2004, September 7-10, pp. 1337-1448.
- [20] Pla M.: A comparison of the carcass traits and meat quality of conventionally and organically produced rabbits. *World Rabbit Sci.*, 2007, **115**, **1**, 1-12.
- [21] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
- [22] PN-A-04018;1975. Produkty rolniczo-spożywcze. Oznaczanie zawartości azotu i przeliczanie na białko.
- [23] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [24] PN-ISO 936:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- [25] Ramírez J.A., Ángles O.M., Pla M., Guerrero L., Ariño B., Blasco A., Pascual M., Gil M.: Effect of selection for growth rate on biochemical, quality and texture characteristics of meat from rabbits. *Meat Sci.*, 2004, **67**, 617-624.
- [26] SAS Institute Inc. The SAS System for Windows. Realise 8.2. Cary, NC, USA, 2001.
- [27] Staliński Z., Bieniek J., Krełowska-Kułas M., Dorożyńska D., Jaros J.: Wpływ krzyżowania między-rasowego królików biały nowozelandzki i czarny podpalany na walory mięsne mieszańców. *Prace i Mat. Zoot.*, 1993, **44**, 33-43.
- [28] Scharner E., Schiefer G., Scherer F.: Determination of selected quality criteria for rabbit meat. *Nahrung*, 1974, **18** (**1**), 47-51.
- [29] Szkucik K., Libelt K.: Wartość odżywcza mięsa królików. *Med. Wet.*, 2006, **62** (**1**), 108-110.
- [30] Szkucik K., Pyz-Łukasik R.: Wartość pH tkanki mięśniowej królików. *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska*, 2006, **LXI**, **13**, 115-118.
- [31] Trocino A., Xiccato G., Queaque P.I., Sartori A.: Effect of transport duration and tender on rabbit carcass and meat quality. *World Rabbit Sci.*, 2003, **11**, 23-32.
- [32] Zajac J., Nogaj J., Bielański P.: Wartości rzeźne oraz cechy fizykochemiczne mięsa królików mieszańców. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 1998, **25**, **2**, 23-35.

EFFECT OF AGE AND GENDER OF RABBITS ON INDICES OF THEIR MEAT QUALITY

S u m m a r y

The objective of the study was to determine the effect of age and gender on quality indices of New Zealand White rabbits ($n = 60$). The rabbits were slaughtered in the 12th, 21st, and 31st week of life. Based on the analyses performed, it was found that the meat of older rabbits contained significantly more protein and less intramuscular fat than the meat of younger rabbits. The water and ash content in the meat of rabbits in the age groups analysed was similar. The hardness, chewiness, and shear force of the rabbit meat increased along with the increasing age of the animals studied; as regards the other texture parameters (springiness and cohesiveness), the rabbit meat of the age groups studied did not significantly differ. The active acidity (pH values) of meat of the rabbits in the age groups studied meat was within the good meat quality standard range; however, 24 h after slaughter performed, the pH value of meat of the older rabbits was significantly higher than that of the younger rabbits (*m. longissimus lumborum* and *biceps femoris*). The meat from loin part (*m. longissimus lumborum*) of rabbits slaughtered at the age of 21 weeks was darker than the meat from rabbits slaughtered at the age of 12 and 32 weeks. 24 hrs after slaughter, as regards its lightness and its red colour component, the meat of rabbits in the age groups studied did not differ. But the value of the yellow colour component of the meat significantly decreased with the increasing age of the animals. The meat of hind part (*m. biceps femoris*) of the younger animals was lighter than the meat of older rabbits. 45 minutes after slaughter, the value of the red colour component of the meat of younger rabbits was lower, and 24 hrs after slaughter, it was closer to this parameter referring to the meat of older animals. Regarding the yellow colour component, the meat of rabbits in the age groups analysed did not significantly differ. The meat quality of males and females did not significantly differ, except for the pH value 24 h after slaughter (*m. longissimus lumborum*).

Key words: rabbits, meat quality, age, gender ☒

JÓZEF BIENIEK, DOROTA MAJ, OLGA DEREWICKA, ZBIGNIEW BONCZAR

WSKAŹNIKI UŻYTKOWOŚCI MIĘSNEJ KRÓLIKÓW BURGUNDZKICH I ICH MIESZAŃCÓW Z BIAŁYMI NOWOZELANDZKIMI

Streszczenie

W badaniach dokonano oceny przyżyciowych i poubojowych wskaźników użytkowości mięsnej królików: burgundzkich i ich mieszańców z białymi nowozelandzkimi. Doświadczenie przeprowadzono na 52 królikach (14 burgundzkich, 20 białych nowozelandzkich i 18 mieszańców) odchowanych do wieku 84 dni. Pod względem analizowanych wskaźników stwierdzono przewagę królików mieszańców nad burgundzkimi w 7., 35. oraz 42. dniu odchowu oraz nad obydwoma rasami czystymi w 63. i 84. dniu odchowu. Masa tuszki schłodzonej mieszańców wynosiła średnio 1320 g i była istotnie większa od masy królików obu ras czystych. Udział mięsa w tuszkach mieszańców wynosił 78,8 % i był zbliżony do tuszek burgundów, mniejszy jednak niż w tuszkach królików nowozelandzkich. Wydajność rzeźna zimna I mieszańców wynosiła 48,2 % i była większa niż białych nowozelandzkich, a mniejsza niż królików burgundzkich. Kwasowość czynna – pH_{45} mięsa królików nie różniła się istotnie, natomiast mięso królików badanych grup różniło się istotnie między sobą pod względem pH_{24} .

Słowa kluczowe: króliki, użytkowość mięsna, mieszańce

Wprowadzenie

Królik wykazuje duże zdolności adaptacyjne do różnych warunków utrzymywania, co sprawia, że gatunek ten jest atrakcyjnym obiektem hodowlanym, stanowiącym źródło wartościowego mięsa [15]. Jak podają Bieniek [4] oraz Barabasz i Bieniek [1], wielkość populacji królików plasuje ten gatunek na piątym miejscu wśród 10 najważniejszych gatunków zwierząt użytkowych. Współcześnie największe znaczenie mają króliki ras średnich, o charakterystycznym walcowatym tułowi, dobrych właściwościach tucznych i rzeźnych. W Polsce zarejestrowanych jest około 30 ras średnich, przy czym większość z nich to rasy w typie użytkowości mięsnej, a niewielka część – ze

Prof. dr hab. inż. J. Bieniek, dr inż. D. Maj, mgr inż. O. Derewicka, Katedra Genetyki i Metod Doskonalenia Zwierząt, prof. dr hab. Z. Bonczar, Katedra Zoologii i Ekologii, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

względem na charakter okrywy włosowej – to rasy w typie użytkowości futerkowej z wieloma odmianami barwnymi [16].

Z kolei Bieniek [4] podaje, że spośród około 100 skatalogowanych ras tylko około 15 użytkowanych jest na mięso, a rasami podstawowymi w tym względzie są króliki nowozelandzkie białe i kalifornijskie, przydatne także do uszlachetniania pogłowia miejscowego. Opisana wielość ras, mimo zaliczenia do tego samego typu użytkowego, wskazuje na ich zróżnicowanie genetyczne, decydujące m.in. o dobrych właściwościach adaptacyjnych tego gatunku do różnych warunków środowiskowych. Stąd też nie można się w pełni zgodzić ze stwierdzeniem Scholza [14], że króliki różnych ras i linii tego typu użytkowego są tak do siebie podobne, że jedynym wyróżnikiem jest ich umaszczenie.

W celu utrzymania wysokiego potencjału produkcyjnego królików hodowcy i praktycy poszukują ciągle nowych ras i odmian. W tym kontekście, wyhodowane na początku XX w. w Burgundii (Francja) płowe króliki, którym nadano nazwę rasy burgundzkiej, stanowią istotny komponent genetyczny pozwalający na utrzymanie wysokiego potencjału produkcyjnego królików mięsnych.

Celem pracy było określenie podstawowych wskaźników użytkowości mięsnej królików rasy burgundzkiej oraz ich mieszańców z białymi nowozelandzkimi, pod względem ich przydatności do krzyżowania towarowego i produkcji brojlerów króliczych.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono na 52 królikach (20 białych nowozelandzkich – NB, 14 burgundzkich – Bu i 18 mieszańcach – NB × Bu,) odchowywanych do wieku 84 dni. Mieszańce pochodziły z krzyżowania samic NB z samcami Bu. Króliki do odsadzenia w 35. dniu odchowu przebywały z matkami w klatkach drewnianych, a późniejszy tuczek, trwający do 84. dnia życia, odbywał się w baterii do odchowu. Króliki ważono indywidualnie od 7. dnia życia z dokładnością do 1 g. Masa ciała przy urodzeniu jest wartością średnią dla danego miotu. W żywieniu zastosowano mieszankę pełnoporcjową dla królików rosnących. Zwierzęta miały stały dostęp do paszy i wody. Po zakończeniu tuczku króliki poddano ubojowi i szczegółowej dysekcji, według metodyki opisanej przez Bieńka [4], określając masę tuszki ciepłej i schłodzonej, masę przodu, combra i tyłu oraz masę mięsa, kości i tłuszczu w poszczególnych częściach tuszki i w całej tuszce. Na tej podstawie określano wskaźniki względne [%] wymienione w niniejszej pracy. Ocenę wskaźników jakości mięsa wykonywano według metodyki podanej przez Maj [7]. Kwasowość mięsa (pH) określano 45 min po uboju (pH₄₅) oraz po 24-godzinym chłodzeniu (pH₂₄). Pomiaru dokonywano w odcinku lędźwiowym mięśnia najdłuższego (*m. longissimus dorsi*) pehametrem HI 9025 (Fuchs Messtechnik) z elektrodą do pomiaru pH mięsa. Barwę mięsa (L* – jasność, a* – składowa

czerwona, b* – składowa żółta) mierzono 45 min i 24 h po uboju na powierzchni odcinka lędźwiowego mięśnia najdłuższego (*m. longissimus dorsi*), kolorymetrem odbiciowym CR-410 firmy Minolta.

Wydajność rzeźną (WR) – ciepłą i zimną – obliczano dwoma sposobami:

a) $WR-1 = [(masa\ tuszki) : (masa\ królika\ przed\ ubojem)] \cdot 100 [\%]$,

b) $WR-2 = [(masa\ tuszki + wątroba + podroby) : (masa\ królika\ przed\ ubojem)] \cdot 100 [\%]$.

Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą pakietu statystycznego SAS [13], stosując jednoczynnikowy model liniowy analizy wariancji, uwzględniający genotyp (rasy czyste i mieszańce).

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. podano masę ciała królików badanych grup podczas odchowu.

Tabela 1

Masa ciała królików.

Body weight of rabbits.

Masa ciała Body weight [g]	Grupa genetyczna / Genetic group		
	NB $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	Bu $\bar{x}$ (s / SD) n = 14	NB×Bu $\bar{x}$ (s / SD) n = 18
- Przy urodz. / at birth	69 (11) ^a	79 (23) ^a	58 (3) ^b
- W 7. dniu / on 7 th day	131 (15) ^b	111 (4) ^a	125 (25) ^{ab}
- W 14. dniu / on 14 th day	233 (34)	215 (22)	213 (70)
- W 21. dniu / on 21 st day	226 (47)	296 (27)	320 (95)
- W 28. dniu / on 28 th day	533 (69)	492 (45)	532 (171)
- W 35. dniu / on 35 th day	803 (69) ^{ab}	733 (68) ^a	828 (119) ^b
- W 42. dniu / on 42 nd day	1092 (147) ^b	933 (118) ^a	1033 (156) ^{ab}
- W 49. dniu / on 49 th day	1326 (171)	1317 (143)	1287 (170)
- W 56. dniu / on 56 th day	1562 (232)	1556 (166)	1539 (187)
- W 63. dniu / on 63 rd day	1667 (361) ^a	1652 (239) ^a	1843 (257) ^b
- W 70. dniu / on 70 th day	1820 (179)	1873 (187)	1895 (183)
- W 77. dniu / on 77 th day	2400 (230)	2403 (252)	2448 (171)
- W 84. dniu / on 84 th day	2532 (98) ^a	2571 (204) ^a	2739 (177) ^b

Objaśnienia: / Explanatory notes:

NB – króliki rasy nowozelandzkiej / New Zealand White rabbits; Bu – króliki rasy burgundzkiej / Burgundy Fawn rabbits; NB×Bu – króliki rasy mieszanej / cross-breed rabbits.

Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / Mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$).

Masa ciała królików obu ras czystych kształtowała się podobnie aż do odsadzenia w 35. dniu. Natomiast wśród mieszańców, mających przy urodzeniu najmniejszą masę ciała (58 g), wzrost był intensywniejszy, wskutek czego przy odsadzeniu mieszańce były najcięższe, z tym że istotna różnica wystąpiła w stosunku do królików rasy Bu. W okresie tuczu, między 35. a 84. dniem odchowu, masa ciała królików wszystkich grup wzrastała podobnie, przy czym w 63. i 84. dniu odchowu zaznaczyła się istotna przewaga mieszańców nad królikami ras czystych. Mieszańce ważyły przy uboju średnio 2793 g, natomiast NB – 2532 g, a Bu – 2572 g (tab. 1).

W tab. 2. podano wskaźniki użytkowości rzeźnej królików. Jak już wspomniano, przy uboju masa ciała NB i Bu była zbliżona, natomiast mieszańców NB×Bu była istotnie większa – podobnie, jak masa tuszki ciepłej i schłodzonej. Masa tuszki ciepłej królików Bu i mieszańców NB×Bu była istotnie większa niż królików NB. Pomiedzy masą tuszki ciepłej królików Bu i NB×Bu nie było istotnych różnic, wystąpiły one w przypadku masy tuszki schłodzonej, co można wiązać z innym przebiegiem procesów dojrzewania mięsa podczas schładzania i wielkością strat z tym związanych.

Z punktu widzenia konsumenta istotny jest udział poszczególnych wyrębów w masie tuszki. W tab. 2. podano masy wyrębów, na jakie dzielono tuszki. Tuszki badanych grup różniły się w wielu przypadkach istotnie pod względem masy części przedniej, combra oraz części tylnej. W tym porównaniu najkorzystniejsze proporcje wykazały tuszki królików burgundzkich, w których masa combra (316 g) oraz części tylnej (499 g) była istotnie większa niż NB, a nie różniła się istotnie od mieszańców NB×Bu.

Obiektywnym sposobem jest jednak określenie udziału tych wyrębów w masie tuszki (tab. 2.) Udział części przodu w tuszkach Bu wynosił 37,4 % i był istotnie mniejszy niż w tuszkach NB (39,7 %) oraz mieszańcach NB×Bu (39,3 %). Natomiast udział combra w tuszce królików BU wynosił 24,6 % i był istotnie większy niż w NB (22,4 %) oraz NB×Bu (22,9 %). Udział części tyłu w tuszkach wszystkich grup był zbliżony i mieścił się w przedziale od 37,4 do 38,0 %.

Kolejną grupę wskaźników względnych stanowił udział: mięsa, kości i tłuszczu w tuszce (tab. 2). Najwięcej mięsa zawierały tuszki królików NB (81,2 %), natomiast tuszki Bu zawierały go 77,0 % a tuszki NB×Bu 78,8 %. Udział kości w tuszce zawierał się w przedziale od 17,7 do 19,2 %, z tym że nie wykazano istotnych różnic między grupami. Tuszki królików NB zawierały najmniej tłuszczu (1,7 %), mieszańców 2,9 %, a najwięcej tuszki Bu (3,7 %).

Badane grupy porównano także pod względem masy mięsa, kości i tłuszczu w tuszce (tab. 2). Stwierdzono istotnie większą masę mięsa przodu i tyłu w tuszkach mieszańców NB×Bu aniżeli w tuszkach ras czystych. Z kolei w combrze tuszek królików NB masa kości (29 g) była istotnie mniejsza niż Bu (41 g) i mieszańców NB×Bu (34 g).

Pod względem udziału poszczególnych składników w badanych wyrębach, część przodu, comber i część tyłu tuszek królików NB zawierała najwięcej mięsa, odpowiednio: 78,5, 86,7 oraz 81,7 %. Wartości te były istotnie większe od oszacowanych dla tych wskaźników w częściach tuszek królików Bu i mieszańców NB×Bu, z tym że w przypadku mieszańców wskaźnik ten wykazywał wartości pośrednie między rasami czystymi. Ponadto, udział kości w combrze NB był istotnie mniejszy niż w pozostałych grupach (tab. 2).

Tabela 2

Użytkowość rzeźna królików.
Slaughter traits of rabbits.

Cecha Trait	Grupa genetyczna / Genetic group		
	NB $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	Bu $\bar{x}$ (s / SD) n = 14	NB × Bu $\bar{x}$ (s / SD) n = 18
Masa ubojowa / Slaughter weight [g]	2532 (180) ^a	2571 (204) ^a	2739 (177) ^b
Masa: / Weight: [g]			
- tuszki ciepłej / hot carcass	1220 (66) ^a	1327 (122) ^b	1364 (92) ^b
- tuszki schłodzonej / cold carcass	1183 (62) ^a	1285 (119) ^b	1320 (91) ^c
Masa: / Weight: [g]			
- przodu / fore part	469 (32) ^a	480 (44) ^a	519 (38) ^b
- combra / loin	265 (18) ^b	316 (35) ^a	302 (27) ^a
- tyłu / hind part	449 (23) ^a	499 (37) ^b	488 (49) ^b
Udział: / Content of: [%]			
- mięsa w tuszce / meat in carcass	81,2 (1,8) ^a	77,0 (2,5) ^b	78,8 (2,1) ^b
- kości w tuszce / bones in carcass	17,7 (1,3)	19,2 (2,3)	18,3 (2,1)
- tłuszczu w tuszce / fat in carcass	1,2 (0,9) ^a	3,7 (1,3) ^b	2,9 (0,7) ^b
- przodu / fore part in carcass	w tuszce/39,7 (1,4) ^a		
- combra w tuszce / loin in carcass	22,4 (1,3) ^a	24,6 (1,3) ^b	22,9 (1,3) ^a
- tyłu w tuszce / hind part in carcass	37,4 (1,0)	38,0 (1,0)	37,8 (0,8)
Masa: / Weight of: [g]			
- mięsa przodu / fore part meat	369 (31) ^{ab}	344 (34) ^a	397 (37) ^b
- kości przodu / fore part bone	103 (17)	111 (14)	115 (16) ^c
- tłuszczu przodu / fore part fat	8 (13)	14 (5)	18 (12)
- mięsa combra / loin meat	232 (32)	249 (32)	250 (22)
- kości combra / loin bone	29 (8) ^b	41 (8) ^a	34 (5) ^a
- tłuszczu combra / loin fat	15 (20)	25 (12)	18 (7)
- mięsa tyłu / hind part meat	370 (28) ^b	384 (47) ^b	415 (40) ^a
- kości tyłu / hind part bone	87 (13)	89 (13)	94 (11)
- tłuszczu tyłu / hind part fat	1 (3) ^b	7 (3) ^a	6 (3) ^a

c.d. Tab. 2

Udział: / Content of: [%]			
- mięsa w przodzie / meat in fore part	78,5 (3,7) ^a	73,1 (3,1) ^b	75,0 (3,9) ^b
- kości w przodzie / bone in fore part	20,9 (1,9) ^a	23,7 (2,9) ^b	22,0 (3,6) ^{ab}
- tłuszczu w przodzie / fat in fore part	1,2 (1,2) ^a	3,1 (1,2) ^b	3,0 (1,4) ^b
- mięsa w combrze / meat in loin	86,7 (3,6) ^a	79,3 (3,5) ^b	82,3 (1,7) ^b
- kości w combrze / bone in loin	10,4 (2,9) ^a	12,9 (2,2) ^b	11,6 (1,2) ^b
- tłuszczu w combrze / fat in loin	3,0 (2,3) ^a	7,7 (3,2) ^b	5,9 (1,9) ^b
- mięsa w tyle / meat in hind part	81,7 (2,3)	79,5 (2,6)	80,6 (2,4)
- kości w tyle / bone in hind part	18,9 (1,4)	18,8 (2,4)	18,3 (2,5)
- tłuszczu w tyle / fat in hind part	0,2 (0,6) ^a	1,7 (0,6) ^b	1,1 (0,5) ^b

Objaśnienia: / Explanatory notes:

NB – króliki rasy nowozelandzkiej / New Zealand White rabbits; Bu – króliki rasy burgundzkiej / Burgundy Fawn rabbits; NB×Bu – króliki rasy mieszanej / cross-breed rabbits.

Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / Mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$).

Na podstawie badań przeprowadzonych przez Maj [7], na licznym i reprezentatywnym materiale złożonym z królików nowozelandzkich i ich mieszańców z kalifornijskimi, udział poszczególnych wyrębów w masie tuszki wynosił odpowiednio: 39,2; 22,9 oraz 37,9 %. Wyższymi wynikami użytkowości rzeźnej charakteryzują się króliki czerwone nowozelandzkie [5], w tuszkach których udział combra wynosił aż 25,8 %. Z kolei wyniki użytkowości rzeźnej królików burgundzkich, uzyskane w niniejszej pracy, były zbliżone do odnośnych wartości królików białych termondzkich stwierdzonych przez Niedźwiadka i wsp. [11]. Przytoczone dane wskazują na dobre właściwości użytkowe królików burgundzkich i celowość wprowadzenia tej rasy do programów krzyżowania towarowego.

Podane wyżej wskaźniki udziału mięsa i kości w tuszkach królików burgundzkich różnią się od wartości podawanych dla innych ras. Udział mięsa w tuszkach królików burgundzkich jest mniejszy, natomiast udział kości większy niż w przypadku innych ras. Dotyczy to szczególnie królików nowozelandzkich białych, charakteryzujących się małym udziałem kości w tuszce [10], bowiem króliki typowych ras mięsnych o zwartym typie budowy, cechuje znaczne skrócenie kości długich [14]. Mniejsza zawartość mięsa i większa zawartość kości w powiązaniu ze znaczną zmiennością tych cech wskazują na możliwość doskonalenia królików burgundzkich na drodze selekcyjnej.

Kolejnym wskaźnikiem użytkowości była wydajność rzeźna (ciepła i zimna) (tab. 3). Wydajność rzeźna I (ciepła i zimna), wyrażająca stosunek tzw. „pustej” tuszki do masy ciała przed ubojem, królików NB wynosiła 49,0 i 47,5 %. Była ona istotnie mniejsza niż wydajność królików Bu (odpowiednio: 51,6 i 49,9 %) oraz mieszańców

NB×Bu (odpowiednio: 49,9 i 48,2 %). Podobną tendencję stwierdzono w przypadku wydajności rzeźnej II będącej w istocie wskaźnikiem udziału części jadalnych. Przewaga królików Bu oraz mieszańców NB×Bu nad królikami NB wskazuje na przydatność królików rasy burgundzkiej do użytkowania mięsnego, zarówno jako rasy czystej, jak też komponentu do krzyżowania towarowego. Przedstawione wskaźniki nie odbiegają od uzyskanych dla królików innych ras średnich mięsnego typu użytkowego, względnie ich krzyżówek z królikami nowozelandzkimi [2, 3, 12]. Dowodzi to celowości wykorzystania tej rasy w chowie czystorasowym lub jako przydatnego komponentu w krzyżowaniu towarowym z innymi rasami średnimi lub dużymi.

Tabela 3

Wydajność rzeźna królików.
Dressing yield of rabbits.

Cecha Trait	Grupa genetyczna / Genetic group		
	NB $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	Bu $\bar{x}$ (s / SD) n = 14	NB × Bu $\bar{x}$ (s / SD) n = 18
Wydajność rzeźna: Dressing yield: [%]			
ciepła / hot I	49,0 (2,0) ^a	51,6 (1,4) ^b	49,9 (2,3) ^{ab}
ciepła / hot II	54,1 (1,9) ^a	57,1 (1,5) ^b	55,2 (2,3) ^a
zimna / cold I	47,5 (1,9) ^a	49,9 (1,3) ^b	48,2 (2,2) ^{ab}
zimna / cold II	52,6 (1,8) ^a	55,5 (1,4) ^b	53,6 (2,3) ^a

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

Tabela 4

Kwasowość czynna (pH) mięsa królików.
Active acidity (pH) of rabbit meat.

Cecha Trait	Grupa genetyczna / Genetic group		
	NB $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	Bu $\bar{x}$ (s / SD) n = 14	NB × Bu $\bar{x}$ (s / SD) n = 18
<i>m. longissimus dorsi</i>			
pH ₄₅	6,82 (0,33) ^a	6,45 (0,87) ^a	6,42 (0,26) ^a
pH ₂₄	5,55 (0,13) ^a	5,45 (0,07) ^c	5,27 (0,08) ^b
Δ pH _{abs.}	1,27 (0,40) ^a	1,00 (0,48) ^b	1,15 (0,42) ^c
Δ pH _{wzg.}	0,18 (0,05)	0,16 (0,06)	0,18 (0,06)

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

Podstawowym wskaźnikiem opisującym jakość mięsa jest jego kwasowość (pH) określana 45 min po uboju (pH_{45}) i po 24-godzinny chłodzeniu w temp. 4 °C (pH_{24}). W tab. 4. zamieszczono wyniki pomiarów pH w obu okresach pomiarowych oraz wartości absolutnego i względnego spadku pH podczas chłodzenia.

Jak wynika z tych danych, wskaźnik pH_{45} wahał między 6,42 a 6,82, a różnice te nie były statystycznie istotne. Stwierdzono natomiast istotne różnice między wszystkimi grupami w odniesieniu do pH_{24} , z tym że najniższe pH_{24} wykazywało mięso mieszańców (5,27). Wartości te były zbliżone do określonych przez Bielańskiego i wsp. [3] dla królików białych nowozelandzkich i popielniańskich białych, chociaż dla różnych linii genetycznych i ich krzyżówek Metzger i wsp. [9] oznaczyli wyższe wartości wynoszące ponad 5,8. Podobne, istotne zróżnicowanie wykazywał absolutny spadek pH ($\Delta \text{pH}_{\text{abs.}}$), mieszczący się w granicach od 1,0 do 1,27. Na podkreślenie zasługuje fakt, że względny spadek pH ($\Delta \text{pH}_{\text{wzg.}}$) był we wszystkich grupach bardzo podobny i mieścił się w granicach od 0,16 do 0,18. Mimo stwierdzonych różnic, wartości pH mieściły się w przedziale charakteryzującym mięso dobrej jakości [4], przy czym wyraźnie zaznaczył się wpływ rasy burgundzkiej.

Ostatnia grupa badanych wskaźników dotyczyła barwy mięsa króliczego. W tab. 5. zamieszczono wartości trzech podstawowych parametrów określanych wraz z pomiarami pH, tj. 45 min po uboju i po 24-godzinny chłodzeniu.

Tabela 5

Barwa mięsa królików.
Colour of rabbit meat.

Cecha Trait	Grupa genetyczna / Genetic group		
	NB $\bar{x}$ (s / SD) n = 20	Bu $\bar{x}$ (s / SD) n = 14	NB × Bu $\bar{x}$ (s / SD) n = 18
<i>m. longissimus dorsi</i>			
L^*_{45}	59,24 (3,17) ^b	54,60 (1,98) ^a	59,51 (2,97) ^b
a^*_{45}	9,35 (1,75) ^b	12,44 (1,62) ^a	8,76 (1,41) ^b
b^*_{45}	-2,52 (1,51) ^b	-2,32 (1,16) ^b	-4,16 (1,57) ^a
L^*_{24}	56,60 (3,71) ^b	53,49 (1,89) ^a	57,37 (2,37) ^b
a^*_{24}	14,04 (2,15) ^b	16,79 (2,13) ^a	15,78 (2,11) ^{ab}
b^*_{24}	3,11 (1,42)	3,91 (1,18)	3,43 (1,21)

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

Podane w tab. 5. wskaźniki określające barwę mięsa wskazują na jej zmianę w czasie dojrzewania, stąd istotne są dane dotyczące mięsa 24 h od uboju. Wyższa wartość parametru L^* oraz mniejsze wartości parametrów a^* i b^* wskazują na jaśniejsze

szą barwę mięsa [6]. Stąd też można przyjąć, że mięso królików burgundzkich jest istotnie ciemniejsze od mięsa królików nowozelandzkich. Natomiast mięso mieszańców wykazuje właściwości podobne do rasy nowozelandzkiej. Różnice w wartościach parametrów jasności barwy mięsa mogą być spowodowane odmienną strukturą oraz wielkością włókien mięśniowych królików tych ras.

Wnioski

1. Króliki rasy burgundzkiej są typową rasą średnią, przydatną do produkcji towarowej mięsa króliczego. Rasę tę cechują dobre wskaźniki użytkowości mięsnej, w tym wysoki udział partii combra i tyłu w tuszce oraz dobra wydajność rzeźna i charakterystyczna dla mięsnego typu użytkowego zawartość mięsa w tuszce.
3. Wartości pH mięsa królików wszystkich badanych grup genetycznych mieściły się w przedziale charakteryzującym mięso dobrej jakości, przy czym w przypadku mieszańców wyraźny był wpływ rasy burgundzkiej.
4. Program doskonalenie tej rasy pod względem cech użytkowości mięsnej powinien uwzględniać selekcję kierunkową, mającą na celu zmniejszenie udziału kości w tuszce, a tym samym wzrost udziału wartościowego mięsa.
5. Wartości cech przyżyciowych i poubojowych mieszańców z krzyżowania królików burgundzkich z nowozelandzkimi białymi wskazują na występowanie efektu heterozji, co przemawia za stosowaniem królików burgundzkich jako komponentu w programach krzyżowania towarowego.

Literatura

- [1] Barabasz B., Bieniek J.: Króliki, towarowa produkcja mięsna. PWRiL, Warszawa 2003.
- [2] Bielański P.: Wpływ warunków środowiskowych na wzrost królików niektórych ras i ich użytkowość rzeźną. Roczn. Nauk. Zoot. – Ann. Anim. Sci., 2000, **27**, 375-393.
- [3] Bielański P., Kowalska D., Pankowski P.: Possibility of using the native breed of Popielno White Rabbits for Meat Productions. Proc. 9th World Rabbit Congress, Verona – Italy, 2008, June 10-13, pp. 1515-1518.
- [4] Bieniek J.: Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na użytkowość mięsną królików w warunkach chowu tradycyjnego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Seria rozprawy, Kraków 1997, nr 233.
- [5] Kowalski J., Niedźwiadek S., Gut A., Kubanek D.: Badania wartości użytkowych królików rasy czerwonej nowozelandzkiej. Roczn. Nauk. Zoot., 1986, **13**, **1**, 65-74.
- [6] Larzul C., Lefaucheur L., Ecolan P., Gogue P., Talmant A., Sellier P., Le Roy P., Monin G.: Phenotypic and genetic parameters for *Longissimus muscle* fiber characteristics in relations to growth, carcass and meat quality traits in Large White pigs. J. Anim. Sci., 1997, **75**, 3126-3137.
- [7] Maj D.: Wpływ krzyżowania przemiennego królików rasy białej nowozelandzkiej i kalifornijskiej na użytkowość mięsną. Praca doktorska. Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt UR w Krakowie 2005.

- [8] Metzger Sz., Odermatt M., Szendro Z., Mohaupt M., Romvari R., Makai A., Biro-Nemeth E., Sipos L., Randai I., Horn P.: A study of the Carcass Traits of Different Rabbit Genotypes. *World Rabbit Sci.*, 2003, **14**, 107-114.
- [9] Metzger Sz., Odermatt M., Szendro Z., Mohaupt M., Romvari R., Makai A., Biro-Nemeth E., Sipos L., Randai I.: Comparison of Carcass Traits and Meat Quality of Hyplus Hybrid, Purebred Pannon White Rabbits and Their Crossbreds. *Proc. – 8th World Rabbits Congress – September 7-10: 2004 – Puebla, Mexico 2004*, pp. 1422-1428.
- [10] Niedźwiadek S.: Korelacje fenotypowe i genetyczne między niektórymi cechami użytkowymi królików rasy białej nowozelandzkiej. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 1983, **10**, **1**, 37-45.
- [11] Niedźwiadek S., Gut W., Kowalski J.: Wartość użytkowa królików rasy białej termondzkiej. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 1983, **10**, **2**, 67-78.
- [12] Niedźwiadek S., Kawińska J.: Obukierunkowe krzyżowanie królików ras mięsnych. *Nauk. Zoot.*, 1982, **9**, **1** 9-109.
- [13] SAS Institute Inc. The SAS System for Windows. Realise 8.2. Cary, NC, USA, 2001.
- [14] Scholz H.-P.: *Kaninchen-Kompass. Rassenkaninchen auf einen Blick.* Verlagshaus Reutlingen. Oertel+Spörer, 2002, p. 224.
- [15] Szkucik K., Pyz-Lukasik R.: Jakość zdrowotna mięsa królików. *Med. Wet.*, 2009, **65**, **10**, 665-669.
- [16] Wzorzec królików. 2000. Centralna Stacja Hodowli Zwierząt w likwidacji. Warszawa listopad 2000.

SLAUGHTER TRAITS OF MEAT OBTAINED FROM BURGUNDY FAWN RABBITS AND THEIR CROSSES WITH NEW ZEALAND WHITES

S u m m a r y

The objective of the study was to assess the pre- and post-slaughter traits of rabbit meat obtained from Burgundy Fawn (BF) rabbits and their crosses with New Zealand White (NZW). The experiment was performed on 52 rabbits (14 BF rabbits, 20 NZW, and 18 crossbred animals) reared until 84 days of age. As regards the traits analysed, it was found that the meat of crossbred rabbits had better slaughter traits than the meat of Burgundy Fawn rabbits on the 7th, 35th, and 42nd day of their breeding and than the meat of two pure breed animals on the 63rd and 84th day of breeding. The cold carcass weight of crosses was 1320 g on average and, thus, significant higher than the weight of two pure breeds. The meat content in carcasses of rabbit crosses was 78 % and it was similar to the meat content in Burgundy Fawn rabbits' carcasses, however, it was smaller than in the carcasses of New Zealand White rabbits. The cold dressing yield I of crosses was 48.2%; this value was higher than that of New Zealand White rabbits and lower than that of BF rabbits. The active acidity, pH₄₅, of the rabbit meat did not significantly differed, however, the meat of the rabbits in the examined groups differed significantly in its pH₂₄ values.

Key words: rabbits, slaughter traits, crosses 

ANNA WÓJCIK, JANUSZ F. POMIANOWSKI, ELŻBIETA TOŃSKA,
JANINA SOWIŃSKA, TOMASZ MITUNIEWICZ, DOROTA WITKOWSKA,
ŁUKASZ CHORAŻY, JOANNA PIOTROWSKA, AGNIESZKA KWIATKOWSKA-
STENZEL, ZBIGNIEW RUDNICKI, DARIA MURAWSKA,
SEBASTIAN MIELCAREK

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH PIERWIASTKÓW W MIĘSIE KURCZĄT BROJLERÓW PODDANYCH RÓŻNYM WARIANTOM OBROTU PRZEDUBOJOWEGO

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie zawartości: Mg, Ca, Na, K, P, Fe w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów ROSS 308, poddanych w okresie lata 2010 r. różnym wariantom postępowania przedubojowego. W postępowaniu przedubojowym podawano kurczętom w paszy lub w wodzie, przez siedem dni przed ubojem, fitopreparat składający się z: rutwicy lekarskiej (*Herb. Galegae*), pokrzywy zwyczajnej (*Herb. Utricae*), melisy lekarskiej (*Fol. Melissa*) i szalwii lekarskiej (*Fol. Salviae*), a następnie transportu kurcząt na różne odległości: 100, 200 oraz 300 km.

Stwierdzono, że postępowanie przedubojowe wpłynęło na zawartość składników mineralnych w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów. Podawanie kurczętom przez siedem dni przed planowanym obrotem przedubojowym fitopreparatu wraz z paszą wpłynęło nieznacznie na wzrost zawartości składników mineralnych w mięśniach piersiowych w porównaniu z grupą kontrolną i grupą otrzymującą fitopreparat z wodą do picia. Wykazano zbliżony poziom lub zwiększenie zawartości pierwiastków w mięśniach piersiowych kurcząt transportowanych na odległość 100 i 200 km. Natomiast w mięśniach kurcząt transportowanych na odległość 300 km nastąpiło zmniejszenie zawartości pierwiastków w stosunku do grupy nietransportowanej.

Słowa kluczowe: kurczęta, zioła, transport, mięśnie piersiowe, składniki mineralne

Dr hab. A. Wójcik, prof. UWM, dr hab. J. Sowińska, prof. UWM, dr inż. T. Mituniewicz, dr wet. D. Witkowska, mgr inż. Ł. Choraży, mgr inż. J. Piotrowska, mgr inż. A. Kwiatkowska-Stenzel, mgr inż. Z. Rudnicki, Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. M. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn, dr inż. J. F. Pomianowski, mgr inż. E. Tońska, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Plac Cieszyński 1, 10-719 Olsztyn, dr inż. D. Murawska, Katedra Towaroznawstwa Ogólnego i Doświadczalnictwa, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. M. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn, dr S. Mielcarek, Zakład Badania Jakości Produktów Leczniczych i Suplementów Diety, Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 71B, 60-630 Poznań

Wprowadzenie

Zawarte w tkankach zwierząt składniki mineralne pełnią w organizmach różnorodne funkcje [2, 11, 15, 17, 19, 23]. Biorą również udział w uwalnianiu energii z białek, węglowodanów i tłuszczów w sytuacji narażenia organizmu na czynniki stresowe [1, 7, 16, 19]. Wskutek działania czynników stresowych na organizm, m.in. występujących w obrocie przedubojowym drobiu, może dochodzić do utraty makro- i mikroelementów najpierw w surowicy krwi, a następnie w tkankach i mięśniach [1, 4, 19, 21]. Niedobory makro- i mikroelementów mogą w konsekwencji obniżać jakość mięsa. W wielu pracach przedstawiana jest problematyka dotycząca poziomu makro- i mikroelementów w mięsie drobiu, ale głównie w kontekście wpływu diety na ich zawartość [2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 18]. Natomiast niewiele jest prac określających wpływ czynników stresowych na poziom makro- i mikroelementów w mięsie drobiu [26]. Ograniczenie niekorzystnych skutków działania czynników stresowych występujących w obrocie przedubojowym drobiu, takich jak: zmiany w składzie krwi, straty masy ciała, uszkodzenia tuszek, zmiany w strukturze tkanki mięśniowej czy obniżenie jakości mięsa [20, 22, 25] możliwe jest m.in. poprzez podawanie zwierzętom różnych preparatów mineralno-witaminowych. Bogatym źródłem zarówno związków mineralnych, jak i witamin są zioła. Mogą być podawane zwierzętom w paszy, a także w wodzie do picia [3, 9, 23, 25].

Celem przeprowadzonych badań było określenie, czy poddawanie kurcząt brojlerów różnym wariantom obrotu przedubojowego ma wpływ na zawartość w mięśniach piersiowych Mg, Ca, Na, K, P, Fe oraz czy podawanie ziół może niwelować niekorzystne skutki obrotu przedubojowego objawiające się utratą tych pierwiastków w mięsie.

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiło 240 kurcząt brojlerów ROSS 308 (z równym udziałem płci) odchowywanych w okresie lata 2010 roku w kontrolowanych warunkach środowiskowych. W 35. dniu odchowu kurczęta podzielono na grupę kontrolną (K) – nieotrzymującą fitopreparatu oraz dwie grupy doświadczalne, które otrzymywały przez siedem dni przed ubojem fitopreparat w paszy (F+P) lub w wodzie (F+W). Zastosowany fitopreparat składał się z: rutwicy lekarskiej (*Herb. Galegae*), pokrzywy zwyczajnej (*Herb. Utricae*), melisy lekarskiej (*Fol. Melissae*) i szalwii lekarskiej (*Fol. Salviae*). Paszę zmieszaną z ziołami, w ilości odpowiadającej 1,5 % prognozowanego spożycia paszy w szóstym tygodniu odchowu, podawano kurczętom do woli. W grupie F+W fitopreparat podawano kurczętom jako wodny wyciąg przygotowany z ilości ziół odpowiadającej również 1,5 % prognozowanego spożycia paszy przez kurczęta w szóstym tygodniu odchowu. Przygotowano 7 porcji mieszanki ziół na każdy dzień. Co-

dziennie przygotowywano wodny wyciąg z 1 porcji mieszanki ziołowej. Zioła, zalewano wrzącą wodą w ilości 5 litrów i odstawiano pod przykryciem na 30 min, następnie mieszano, odciedzano i po wystudzeniu podawano kurczętom do picia z wodą w proporcji 1 : 5.

W 6. tygodniu odchowu zastosowano różne warianty obrotu przedubojowego kurcząt: bez transportu (B-T), transport na odległość 100 (T-100), 200 (T-200) oraz 300 km (T-300). Pełny obrót przedubojowy składał się z następujących czynności: łapania ptaków, ważenia, załadunku do pojemników, transportu i oczekiwania kurcząt na ubój, wyładunku i ważenia. Natomiast obrót przedubojowy, z którego wyłączono transport składał się z: łapania ptaków, ważenia, załadunku do pojemników, oczekiwania kurcząt na ubój oraz z wyładunku.

W dniu poprzedzającym ubój, o godzinie 21., odstawiano kurczętom paszę, pozostawiając dostęp do wody. O godzinie 7. następnego dnia kurczęta ważono i losowo rozdzielano do grup wg wariantu obrotu przedubojowego. Kurczęta, którym z obrotu przedubojowego wyłączono transport, poddawano ubojowi od godziny 8. Ptaki transportowano samochodem do przewozu drobiu w perforowanych pojemnikach o wymiarze 30×60×90 cm. Pojemniki w samochodzie rozmieszczane były losowo. Obsada w każdym pojemniku zgodna była z rozporządzeniem Rady (WE) 1/2005 z dnia 22 grudnia 2004 r. w sprawie ochrony zwierząt podczas transportu [14]. Transport doświadczalny przeprowadzano pomiędzy godziną 8. a 13. Samochód po pokonaniu 100 km przyjeżdżał do laboratorium, gdzie ptaki z grupy T-100 były wyładowywane i poddawane ubojowi. Procedura była powtarzana z kurczętami z grupy T-200 i T-300. Samochód każdorazowo jechał taką samą trasą, ze średnią prędkością 60 - 70 km/h. Warunki termiczno-wilgotnościowe panujące w czasie transportu na zewnątrz samochodu oraz wewnątrz w pojemnikach z kurczętami rejestrowano za pomocą termohigrografów LB-520. Kurczęta ze wszystkich grup poddawano ubojowi w warunkach laboratoryjnych z zachowaniem wszystkich czynności manipulacyjnych, jakim poddawane są ptaki w ubojni. Na ubój brojlerów w warunkach laboratoryjnych wyraziła zgodę Lokalna Komisja Etyczna (Uchwała nr 77/2008 z dnia 29.10.2008 r.).

Po 24 h od uboju z prawego mięśnia piersiowego każdej tuszki pobierano próbki mięsa o masie około 150 g w celu wykonania oznaczenia zawartości: magnezu (Mg), wapnia (Ca), sodu (Na), potasu (K), fosforu (P) oraz żelaza (Fe). Próby rozdrabniano homogenizatorem B-400 z nożami ceramicznymi, a następnie przygotowywano po dwie próby zbiorcze z każdej grupy. Próby poddawano mineralizacji na sucho, a popiół rozpuszczano na ciepło w 1 M roztworze kwasu azotowego. W uzyskanych mineralizatach wykonywano oznaczenia zawartości Ca, Mg i Fe metodą płomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej. Oznaczenia wykonywano przy użyciu spektrometru absorpcji atomowej Unicam 939 Solar (Anglia), wyposażonego w stację danych Optimus, korekcję tła (lampa deuterowa), odpowiednie lampy katodowe oraz piec grafito-

wy Unicam GF 90 i autosampler FS 90. Zawartość Na i K oznaczano techniką emisyjną (płomień acetylen-powietrze). Oznaczenia wykonywano przy użyciu pracującego w systemie emisyjnym spektrometru absorpcji atomowej Pye Unicam SP 2900 (Anglia) [24]. Fosfor oznaczano metodą kolorymetryczną [27]. Pomiaru absorbancji dokonywano z zastosowaniem spektrofotometru Spectrophotometr VIS 6000, firmy Krüss-Optronic, Niemcy, przy długości fali $\lambda = 610$ nm.

Zebrany materiał liczbowy opracowano metodą dwuczynnikowej analizy wariancji w układzie ortogonalnym. W opracowaniu statystycznym wyników uwzględniono średnie arytmetyczne i odchylenia standardowe. Istotność różnic pomiędzy średnimi z poszczególnych poziomów czynników doświadczalnych weryfikowano testem Dun-cana. Obliczenia wykonano przy użyciu programu Statistica 9.0 PL.

Wyniki i dyskusja

Średnie wartości parametrów termiczno-wilgotnościowych powietrza podczas transportu kształtowały się na zbliżonym poziomie (tab. 1).

Tabela 1

Średnie wartości temperatury i wilgotności względnej w czasie transportu kurcząt brojlerów w okresie lata.

Mean values of temperature and relative humidity during the transportation of broiler chickens in summer.

Wyszczególnienie Specification	Miary statystyczne Statistical measures	T-100		T-200		T-300	
		Temp. [°C]	W.W. [%]	Temp. [°C]	W.W. [%]	Temp. [°C]	W.W. [%]
Na zewnątrz Outside	$\bar{x}$	19,1	81,39	20,5	63,57	20,8	60,74
	s / SD	0,93	11,06	1,23	15,00	1,31	14,80
K	$\bar{x}$	23,6	65,74	27,7	73,52	27,4	69,97
	s / SD	0,66	8,27	1,21	14,16	2,67	15,72
F+P	$\bar{x}$	26,6	88,76	27,2	78,96	27,1	52,92
	s / SD	1,74	13,47	1,74	12,74	2,58	9,08
F+W	$\bar{x}$	24,5	72,14	30,3	80,68	27,1	56,60
	s / SD	2,06	10,52	3,83	6,76	1,75	12,27

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Temp. – Temperatura [°C] / Temperature [°C]; W.W. – Wilgotność względna [%] / Relative humidity [%];

T-100 – transport na odległość 100 km / 100 km transportation distance;

T-200 – transport na odległość 200 km / 200 km transportation distance;

T-300 – transport na odległość 300 km / 300 km transportation distance;

K – grupa kontrolna / control group; F+P – fitopreparat z paszą / herbal extract added to feed; F+W – fitopreparat z wodą / herbal extract added to water.

Średnia temperatura na zewnątrz wynosiła 19,1 - 20,8 °C, przy wilgotności względnej 60,74 - 81,39 %. Odnotowano zróżnicowanie tych parametrów w pojemni-

kach z kurczętami wraz z wydłużaniem drogi transportu. Podczas transportu na odległość 100 km odnotowano w pojemnikach z kurczętami temperaturę na poziomie 23,6 - 26,6 °C, przy 200 km: 27,2 - 30,3 °C, natomiast przy 300 km: 27,1 - 27,4 °C. Wilgotność względna wynosiła, odpowiednio: 65,74 - 88,76 %; 73,52 - 80,68 % i 52,92 - 69,97 %. O wytwarzaniu się specyficznego mikroklimatu w środkach transportu drobiu informowali Mitchell i Kettlewell [7], którzy stwierdzili zmienne warunki w środkach transportu drobiu i tworzenie się tzw. „rdzenia ciepłego” w przednio-centralnej części pojazdu. W tym miejscu temperatura powietrza może być wyższa nawet o 10 - 20 °C niż na zewnątrz pojazdu. Dodatkowo wzrastająca wilgotność powietrza przy braku jego przepływu, może doprowadzić do wystąpienia stresu ciepłego u ptaków.

Warunki bioklimatyczne w pojemnikach z przewożonymi kurczętami w badaniach własnych odbiegały również od warunków bioklimatycznych w czasie ich chowu. W ostatnim tygodniu odchowu średnia temp. w kurniku utrzymywała się na poziomie 23 - 24 °C przy wilgotności względnej na poziomie 65 - 70 %. Nastąpiła więc zmiana warunków bioklimatycznych w czasie transportu, zarówno w stosunku do warunków panujących w czasie odchowu, jak i w stosunku do warunków panujących na zewnątrz pojazdu w czasie przedubojowego. Biorąc pod uwagę istniejące warunki bioklimatyczne, istniało więc duże prawdopodobieństwo wystąpienia stresu ciepłego u kurcząt, który mógł się przejawiać zmianami zawartości pierwiastków w mięsie tych ptaków.

Badając wpływ zastosowanego fitopreparatu na zawartość pierwiastków w mięśniach piersiowych kurcząt poddanych różnym wariantom obrotu przedubojowego oznaczono większą ich zawartość w przypadku podawania fitopreparatu razem z paszą (tab. 2). Różnice te zostały potwierdzone statystycznie tylko w przypadku zawartości żelaza (2,62 µg/g, $p \leq 0,01$). Podanie mieszanki ziołowej w formie wodnego wyciągu z ziół skutkowało mniejszą zawartością rozpatrywanych pierwiastków w mięśniach kurcząt otrzymujących zioła z paszą, jak również grupy kontrolnej. Wyjątkiem jest zawartość wapnia (46,99 µg/g), która była większa w mięśniach kurcząt otrzymujących zioła z paszą (42,81 µg/g) i w grupie kontrolnej (41,47 µg/g).

Rozpatrując wpływ obrotu przedubojowego na zawartość makro- i mikroelementów stwierdzono różnicowanie się ich poziomu w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów (tab. 2). W stosunku do grupy nietransportowanej, w mięśniach piersiowych kurcząt transportowanych na odległość 100 i 200 km zaobserwowano tendencję zbliżonego poziomu lub zwiększenia zawartości pierwiastków, a w grupach transportowanych na odległość 300 km ich zmniejszenie. Statystycznie zależność ta została potwierdzona tylko w przypadku zawartości sodu ($T-200 \div 346,2 \text{ µg/g}$; $T-300 \div 303,5 \text{ µg/g}$, $p \leq 0,05$).

Tabela 2

Zawartość wybranych pierwiastków w mięśniach piersiowych kurcząt poddanych w okresie lata 2010 różnym wariantom postępowania przedubojowego.

Content of selected mineral elements in the breast muscles derived from broiler chickens subjected to various pre-slaughter handling procedures in summer 2010.

Wyszczególnienie Specification		Obrót przedubojowy Pre-slaughter handling								Fitopreparat Herbal extract	
		B-T		T-100		T-200		T-300			
		$\bar{x}$	s / SD	$\bar{x}$	s / SD	$\bar{x}$	s / SD	$\bar{x}$	s / SD	$\bar{x}$	s / SD
Mg [μg/g]	K	263,4	1,19	258,5	0,85	264,7	1,22	263,5	1,60	262,5	1,14
	F + P	269,3	2,43	280,1	0,47	268,8	0,51	276,6	0,78	273,7	1,28
	F + W	275,1 ^B	1,40	269,3 ^b	1,63	264,5 ^b	1,42	217,0 ^{Aa}	7,67	256,5	4,33
	O	269,3	1,67	269,3	1,35	266,0	1,04	252,3	4,90	-	
Ca [μg/g]	K	38,86	3,87	41,92	10,97	41,94	2,51	43,17	3,29	41,47	5,76
	F + P	43,90	3,65	43,00	3,53	41,97	3,03	42,35	2,68	42,81	3,00
	F + W	46,65	2,43	49,55	8,75	53,52 ^a	7,98	38,24 ^b	15,64	46,99	10,57
	O	43,14	4,55	44,82	8,33	45,81	7,35	41,25	8,76	-	
Na [μg/g]	K	330,7	3,11	318,6	1,19	347,3	2,96	308,1	2,27	326,2	2,69
	F + P	331,6	1,81	341,4	3,57	341,7	2,03	334,1	1,02	337,2	2,11
	F + W	294,1	1,68	322,9	2,28	349,7 ^a	2,67	268,3 ^b	9,84	308,7	5,68
	O	318,8	2,76	327,6	2,52	346,2 ^a	2,36	303,5 ^b	6,00	-	
K [mg/g]	K	3,67	0,22	3,59	0,07	3,59	0,22	3,59	0,21	3,61	0,18
	F + P	3,81	0,32	3,77	0,12	3,68	0,07	3,81	0,09	3,77	0,17
	F + W	3,87 ^B	0,21	3,72 ^b	0,28	3,71 ^b	0,24	3,00 ^{Aa}	1,11	3,58	0,63
	O	3,79	0,25	3,69	0,18	3,66	0,18	3,47	0,69	-	
P [mg/g]	K	2,27	0,09	2,38	0,06	2,44	0,21	2,44	0,11	2,38	0,14
	F + P	2,42	0,34	2,40	0,07	2,36	0,07	2,38	0,09	2,39	0,16
	F + W	2,51 ^a	0,13	2,33	0,23	2,48 ^a	0,30	2,01 ^b	0,73	2,33	0,42
	O	2,40	0,22	2,37	0,13	2,43	0,20	2,27	0,43	-	
Fe [μg/g]	K	2,66	0,06	2,19	0,13	2,16	0,08	2,14	0,13	2,29 ^D	0,24
	F + P	2,71	0,40	2,33 ^a	0,25	2,93 ^b	0,51	2,53	0,15	2,62 ^C	0,39
	F + W	2,28	0,05	2,28	0,25	2,26	0,08	2,21	0,86	2,26 ^D	0,40
	O	2,55	0,29	2,27	0,20	2,45	0,45	2,29	0,49	-	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B – $p \leq 0,01$; a, b – $p \leq 0,05$ (w poziomie / horizontally); C, D – $p \leq 0,01$ (w pionie / vertically);

B-T – bez transportu / no transportation;

T-100 – transport na odległość 100 km / 100 km transportation distance;

T-200 – transport na odległość 200 km / 200 km transportation distance;

T-300 – transport na odległość 300 km / 300 km transportation distance;

K – grupa kontrolna / control group; F+P – fito-preparat z paszą / herbal extract added to feed; F+W – fito-preparat z wodą / herbal extract added water; O – obrót przedubojowy / pre-slaughter handling.

Zawartość pierwiastków w mięsie kurcząt kształtowała się jednak różnie, w zależności od formy podanego fitopreparatu, a potwierdzone statystyczne zróżnicowanie poziomu makroelementów stwierdzono w grupach otrzymujących mieszankę ziołową z wodą do picia (F+W). Zawartość magnezu w mięśniach piersiowych kurcząt otrzymujących fitopreparat w wodzie do picia, w grupie transportowanej na odległość 300 km (217,0 µg/g) była statystycznie istotnie mniejsza (na poziomie $p \leq 0,01$) od ilości stwierdzonej w grupie nietransportowanej (275,1 µg/g) i istotnie mniejsza (na poziomie $p \leq 0,05$) niż w grupie transportowanej na odległość 100 km (269,3 µg/g) i 200 km (264,5 µg/g). W przypadku zawartości wapnia i sodu w mięśniach stwierdzono zwiększenie zawartości tych pierwiastków w mięsie kurcząt transportowanych na odległość 100 i 200 km (odpowiednio: Ca – 49,55 µg/g i 53,52 µg/g; Na – 322,9 µg/g i 349,7 µg/g) w porównaniu z kurczętami nietransportowanymi (46,65 µg/g i 294,1 µg/g). Po transporcie na odległość 300 km następował ubytek zawartości Ca i Na (38,24 µg/g i 268,3 µg/g). Różnica pomiędzy grupami transportowanymi na odległość 200 i 300 km okazała się statystycznie istotna.

Najmniej potasu stwierdzono ponownie w mięśniach kurcząt transportowanych na odległość 300 km (3 mg/g). Zawartość ta była statystycznie istotnie mniejsza (na poziomie $p \leq 0,01$) od ilości stwierdzonej w grupie nietransportowanej (3,87 mg/g) oraz istotnie mniejsza (na poziomie $p \leq 0,05$) od wartości stwierdzonej w grupie transportowanej na 100 (3,72 mg/g) i 200 km (3,71 mg/g).

Statystycznie potwierdzone różnice poziomu żelaza w mięśniach piersiowych stwierdzono w grupie kurcząt otrzymujących fitopreparat wraz z paszą (F+P). W mięsie kurcząt transportowanych na odległość 100 km stwierdzono najmniejszą zawartość tego pierwiastka (2,33 µg/g) w porównaniu z ilością stwierdzonej w grupie T-200 (2,93 µg/g).

W mięśniach piersiowych kurcząt otrzymujących z paszą fitopreparat (F+P) zawartość pozostałych pierwiastków była na zbliżonym poziomie, bez wyraźnych tendencji i przy niewielkich wahaniach. W grupie kontrolnej stwierdzono natomiast dwie tendencje: nieznaczne zmniejszenie zawartości magnezu (tylko przy transporcie na odległość 100 km), sodu, potasu (tylko przy transporcie na 100 i 300 km) oraz żelaza, natomiast w przypadku zawartości wapnia i fosforu odnotowano niewielkie ich zwiększenie w stosunku do grup nietransportowanych.

Zawartość Mg, Ca, Na, K, P, Fe w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów ROSS 308, oznaczona w badaniach własnych, koresponduje z zawartością tych pierwiastków w badaniach: Liu i wsp. [5], Petrovičia i wsp. [10], Podgórskiego i wsp. [11],

Suchy'ego i wsp. [18] oraz Wójcik i wsp. [26]. Może to wskazywać na stabilny poziom pierwiastków w mięsie kurcząt brojlerów, co gwarantuje uzyskiwanie surowca dobrej jakości. Jednak, jak wykazały badania własne, przedłużający się obrót przedubojowy w okresie lata wpłynął na różnicowanie się zawartości pierwiastków w mięsie kurcząt. Stwierdzono zbliżony poziom lub wzrost zawartości pierwiastków w mięśniach piersiowych kurcząt transportowanych na odległość 100 i 200 km, a w grupach transportowanych na odległość 300 km ich zmniejszenie. Takie kształtowanie się poziomu badanych pierwiastków w mięśniach piersiowych, przy transporcie do 200 km, może wynikać z utraty wody z organizmu w trakcie transportu w okresie lata. Podobne wyniki uzyskano, badając zawartość makro- i mikroelementów w mięśniach piersiowych kurcząt COBB 500 transportowanych na odległość 100 i 200 km [26]. Do ubytków wody doszło prawdopodobnie na skutek wzrastającej temperatury i wilgotności względnej w pojemnikach, w których transportowano ptaki [4, 7, 25]. Efektem tego jest wzmożona aktywność układu termoregulacyjnego, przeciwdziałająca przegrzaniu się ptaków, które zwiększając oddawanie ciepła na drodze parowania z dróg oddechowych, usuwają wodę z organizmu. W czasie transportu drobiu, gdy nie ma możliwości pojenia ptaków i uzupełnienia ubytków wody, może dojść do odwodnienia organizmu, w konsekwencji do zwiększenia koncentracji stałych elementów krwi oraz zwiększenia suchej masy mięśni, a tym samym wzrostu zawartości makro- i mikroelementów. Ubytek zawartości składników mineralnych w mięśniach piersiowych kurcząt transportowanych na odległość 300 km może świadczyć o zużywaniu makro- i mikroelementów na potrzeby obrony organizmu w czasie wciąż narastającego obciążenia czynnikami stresowym [19].

Biorąc pod uwagę podawanie kurczętom przez siedem dni przed planowanym obrotem przedubojowym fitopreparatu, stwierdzono nieznaczny wzrost zawartości składników mineralnych w mięśniach piersiowych po podaniu ziół z paszą w porównaniu z grupą kontrolną i grupą otrzymującą fitopreparat z wodą do picia. Może to dowodzić, że fitopreparat podawany razem z paszą miał osłaniający wpływ przed obciążeniami organizmu brojlerów w czasie obrotu przedubojowego.

Wnioski

1. Zastosowane postępowanie przedubojowe, obejmujące transport kurcząt na odległość 100, 200 i 300 km, wpłynęło na zawartość składników mineralnych w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów.
2. Stwierdzono zbliżony poziom lub zwiększenie zawartości pierwiastków w mięśniach piersiowych kurcząt transportowanych na odległość 100 i 200 km, a w grupach transportowanych na odległość 300 km ich zmniejszenie, w stosunku do grupy nietransportowanej. Wskazuje to na zużywanie makro- i mikroelementów na

potrzeby obrony organizmu w czasie wciąż narastającego obciążenia czynnikami stresowym.

3. Podawanie kurczętom, przez siedem dni przed planowanym obrotem przedubojowym, fitopreparatu z paszą wpłynęło nieznacznie na wzrost zawartości składników mineralnych w mięśniach piersiowych w porównaniu z grupą kontrolną i grupą otrzymującą fitopreparat z wodą do picia. Może to wskazywać na osłaniający wpływ fitopreparatu podawanego z paszą przed obciążeniami organizmu brojlerów w czasie obrotu przedubojowego.

Badania wykonano w ramach projektu badawczego nr NR12 0032 06/2009 (2009-2012) finansowanego przez NCBiR

Literatura

- [1] Blahová J., Dobšíková R., Straková E., Suchý P.: Effect of low environmental temperature on performance and blood system in broiler chickens (*Gallus domesticus*). Acta Vet. Brno, 2007, **76**, Suppl. 8, S17-S23.
- [2] Gergely A., Kontraszti M., Herman A., Acs T., Gundel J., Palfy T., Mihok S., Lugasi A.: Microelements in muscle tissues of turkeys kept on intensive and extensive farming systems. Int. Symp. on Trace Element in the Food Chain, Budapest, Hungary, 2006, May 25-27, pp. 436-440.
- [3] Grela E.R., Sembratowicz I., Czech A.: Immunostymulujące działanie ziół. Med. Wet., 1998, **54** (3), 152-158.
- [4] Kettlewell P.J.: Physiological aspects of broiler transportation. World's Poultry Sci. J., 1998, **45** (3), 219-227.
- [5] Liu Y.X., Guo Y.M., Wang Z.: Effect of magnesium on reactive oxygen species production in the thigh muscles of broiler chickens. Br. Poultry Sci., 2007, **48** (1), 84-89.
- [6] Makarski B., Polonis A.: Wpływ dodatku mieszanki ziołowej na zawartość elementów mineralnych w krwi i tkankach indyków. Biul. Magnezol., 2001, **6** (3), 304-309.
- [7] Mitchell M.A., Kettlewell P.J.: Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problems! Poultry Sci., 1998, **77** (12), 1803-1814.
- [8] Niess E., Hovenjurgan M., Pfeffer E.: Whole body concentrations of major minerals and of some trace elements in 3, 5 and 6 weeks old broiler chicks. Arch. Geflügelk., 2005, **69** (1), 16-22.
- [9] Newman K.: Herbs and species: their role in modern livestock production. In: Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltech's 13th Annual Symposium. Nottingham University Press, 1997, pp. 217-224.
- [10] Petrovič V., Nollet L., Kováč G.: Effect of dietary supplementation of trace elements on the growth performance and their distribution in the breast and thigh muscles depending on the age of broiler chickens. Acta Vet. Brno, 2010, **79**, 203-209.
- [11] Podgórski W., Trawińska B., Polonis A.: Interdependence among some element contents in broiler-hen tissues. Folia Univ. Agric. Stetin. Zoot., 2001, **224** (42), 145-150.
- [12] Poławska E., Marchewka J., Ross Gordon Cooper R. G., Sartowska K., Pomianowski J., Jóźwik A., Strzałkowska N., Horbańczuk J.O.: The ostrich meat – an updated review. II. Nutritive value. Anim. Sci. Pap. Rep., 2011, **29** (2), 89-97.

- [13] Pomianowski J.F., Majewska T., Borowski J., Mozolewski W.: Effect of various doses of oat added to a feed mixture on the contents of selected minerals in Turkey meat. *J. Elementol.*, 2009, **14** (3), 539-544.
- [14] Rozporządzeniem Rady (WE) nr 1/2005 z dnia 22 grudnia 2004 roku w sprawie ochrony zwierząt podczas transportu. *Dz. U. WE.*, L 3 z 5.01.2005, str. 1-44.
- [15] Sembartowicz I., Makarski B., Cendrowska M., Truchlinski J.: Influence of copper Bioplex, wheat bran and herbs on magnesium, calcium and vitamin F content in breast muscles of turkey hens. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska*, 2003, section EE, **XXI** (2), 68, 113-119.
- [16] Shelton J.L., Southern L.L.: Effects of phytase addition with or without a trace mineral premix on growth performance, bone response variables, and tissue mineral concentrations in commercial broilers. *J. Appl. Poultry Res.*, 2006, **15** (1), 94-102.
- [17] Siegel H.S.: Stress, strains and resistance. *Br. Poultry Sci.*, 1995, **36** (1), 3-22.
- [18] Suchý P., Jelínek P., Straková E., Hucl J.: Chemical composition of muscles of hybrid broiler chickens during prolonged feeding. *Czech J. Anim. Sci.*, 2002, **47** (12), 511-518.
- [19] Truchliński J., Ognik K., Sembratowicz I.: Influence of prolonged and interrupted stress from crowding and cooling of turkey-hens on anti-oxidation indices of the blood. *Med. Wet.* 2007, **63** (1), 95-98.
- [20] Večerek V., Grbalová S., Voslářová E., Janáčková B., Malena M.: Effects of travel distance and the season: of the year on death rates of broilers transported to poultry processing plants. *Poultry Sci.*, 2006, **85** (11), 1881-1884.
- [21] Večerek V., Straková E., Suchý P., Voslářová E.: Influence of high environmental temperature on production and haematological and biochemical indexes in broiler chickens. *Czech J. Anim. Sci.*, 2002, **47** (5), 176-182.
- [22] Warriss P.D., Pagazaurtundua A., Brown S.N.: Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens during transport and lairage. *Br. Poultry Sci.*, 2005, **46** (6), 647-651.
- [23] Wenk C.: Herbs, botanicals and other related substances. 11th European Poultry Conference, Bremen, Germany, 2002, Book of CD: 8.doc.
- [24] Whiteside P., Miner B.: *Pye Unicam Atomic Absorption Data Book*. Pye Unicam LTD. Cambridge, England, 1984.
- [25] Wójcik A.: Wpływ podawania kurczętom brojlerom chromu lub ziół na ograniczenie niekorzystnych skutków obrotu przedubojowego. *Rozprawy i monografie nr 125*. Wyd. UWM, Olsztyn 2007, ss. 1-110.
- [26] Wójcik A., Mituniewicz T., Iwańczuk-Czernik K., Sowińska J., Witkowska D., Chorąży Ł.: Contents of macro- and microelements in blood serum and breast muscle of broiler chickens subjected to different variants of pre-slaughter handling. *Czech J. Anim. Sci.*, 2009, **54** (4), 175-181.
- [27] Żegarska Z. (red.): *Ćwiczenia z analizy żywności*. Wyd. UWM, Olsztyn 2000.

CONTENT OF SELECTED MINERALS IN MEAT DERIVED FROM BROILER CHICKENS SUBJECTED TO VARIOUS PRE-SLAUGHTER HANDLING PROCEDURES

S u m m a r y

The objective of the research study performed was to determine the concentrations of Mg, Ca, Na, K, P, and Fe in breast muscles of ROSS 308 broiler chickens subjected to various pre-slaughter handling procedures in summer. The pre-slaughter handling procedures consisted in providing the broilers, during

a period of seven days before slaughter, with a herbal extract composed of goat's rue (*Herb. Galegae*), stinging nettle (*Herb. Utricae*), lemon balm (*Fol. Melissa*), and common sage (*Fol. Salviae*). The supplement was administered in feed or drinking water. After the seven-day period, the chicks were transported 100 km, 200 km, and 300 km.

It was found that the pre-slaughter handling procedures applied impacted the mineral content in the breast muscles of broiler chickens. Compared to the control group and to chickens provided with the herbal extract in their drinking water, an insignificant increase was reported in the mineral content in the breast muscles in broilers having received this herbal extract mixed with their feed for seven days prior to slaughter. A similar or an increased level of mineral element concentrations was evidenced in the breast muscles of chickens transported 100 km and 200 km. However, in the muscles of chicks travelling at a distance of 300 km, the content of the mineral elements decreased compared to the not transported group.

Key words: chicken, herbs, transport, breast muscles, mineral components ☒

MAGDALENA MICHALCZYK

WPLYW NAPARÓW HERBATY CZARNEJ I ZIELONEJ NA ZANIECZYSZCZENIE MIKROBIOLOGICZNE ORAZ WZROST KIELKÓW RZODKIEWKI

Streszczenie

Skielkowane nasiona, zarówno dostępne w handlu, jak i wytwarzane przez konsumentów w warunkach domowych, są popularnym produktem o dużych walorach odżywczych. Charakteryzują się one jednak relatywnie wysokim zanieczyszczeniem mikrobiologicznym. Celem pracy było określenie wpływu naparów herbaty czarnej i zielonej, zastosowanych w trakcie produkcji kielków, na poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego oraz zawartość wybranych składników bioaktywnych i siłę wzrostu uzyskiwanych kielków. Napary stosowano do moczenia nasion przed kiełkowaniem lub do nawadniania upraw w trakcie wzrostu kielków. Stwierdzono, że moczenie nasion w naparze herbaty zielonej, jak również nawadnianie nasion i kielków w trakcie wzrostu naparami obu herbat wpłynęło ujemnie na wydajność uzyskiwanego produktu oraz na nieznaczne zmniejszenie zawartości chlorofili w liściach. Natomiast moczenie nasion w naparze herbaty czarnej nie wpłynęło w znaczącym stopniu na te wielkości. Zastosowane napary wpłynęły na zwiększenie zawartości polifenoli i wzrost wskaźnika aktywności przeciwutleniającej (siły redukującej) w porównaniu z próbą kontrolną. We wszystkich zmodyfikowanych metodach produkcji kielków ogólna liczba wykrywanych bakterii, liczba bakterii kwasu mlekowego oraz bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* uległy obniżeniu o mniej niż jeden cykl logarytmiczny. Zastosowane napary spowodowały jednak niewielki wzrost ilości wykrywanych pleśni.

Słowa kluczowe: kielki rzodkiewki, herbata, zanieczyszczenie mikrobiologiczne, kiełkowanie

Wprowadzenie

Rosnące zainteresowanie konsumentów wpływem diety na zdrowie i równoczesny brak czasu na przygotowanie posiłków, związany ze zmianą stylu życia, powoduje zwiększone zapotrzebowanie na produkty minimalnie przetworzone. Jednak część tych wyrobów, z uwagi na niestosowanie środków konserwujących, może stwarzać zagrożenie dla zdrowia [6]. Do produktów tego typu, o niskim stopniu przetworzenia, należą

m.in. skielkowane nasiona. Są one dostępne w sprzedaży, a przez część konsumentów wytwarzane samodzielnie w domu.

Badania prowadzone w Polsce na kielkach dostępnych w handlu wskazują na wysoki poziom ich zanieczyszczenia. Ogólna liczba wykrywanych bakterii mieściła się przeważnie w zakresie od 10^8 do 10^{10} jtk/g, liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* wynosiła od 10^6 do 10^8 jtk/g, a drożdży i pleśni od 10^3 do 10^5 jtk/g [14, 15, 16]. Zanieczyszczenie kielków ogólną liczbą bakterii wynoszącą od 10^8 do 10^{11} jtk/g odnotowywano też w innych pracach [10, 19]. Stwierdzono również, że mycie kielków w warunkach domowych pozwala zmniejszyć poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego o co najwyżej jeden cykl logarytmiczny [15]. W wielu krajach, w tym w: Stanach Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii, Finlandii, Danii, Kanadzie, Szwecji i Japonii bakterie *Escherichia coli* O157:H7 i należące do *Salmonella* spp. były przyczyną zatrucia po spożyciu skielkowanych nasion [18].

Główne źródło zanieczyszczenia kielków pochodzi z nasion, dlatego zaleca się ich dezynfekcję np. za pomocą roztworów zawierających związki chloru [18]. Stosowanie środków dezynfekujących może być jednak niebezpieczne ze względu na ograniczenie wzrostu konkurencyjnej, w stosunku do patogenów, mikroflory saprofitycznej [2]. Ponadto roztwory środków dezynfekujących, nawet używane zgodnie z przyjętymi zaleceniami, mogą być nieskuteczne w odniesieniu do konkretnych bakterii chorobotwórczych, jak również zmniejszać siłę kiełkowania i obniżać jakość sensoryczną otrzymywanych kielków [13, 25]. Stosowanie do moczenia nasion roztworu zawierającego aktywny chlor, zalecanego przez NACMCF [18], może również stwarzać zagrożenie dla pracowników, jak i środowiska oraz wzbudzać niechęć producentów wytwarzających żywność ekologiczną [9, 13].

W związku z tym podejmowane są prace mające na celu dobór substancji hamujących rozwój mikroorganizmów, mogących znaleźć zastosowanie w produkcji kielków [9, 23, 28]. Ekstrakty z herbaty czarnej i zielonej są jednymi z produktów pochodzenia roślinnego, które w warunkach *in vitro* hamują wzrost szczepów należących do *Enterobacteriaceae* bakterii *Escherichia coli* i *Salmonella* spp. oraz innych mikroorganizmów chorobotwórczych, w tym *Staphylococcus aureus*, *Plesiomonas shigelloides* i *Vibrio cholerae* [3, 17, 26]. Równocześnie napary herbaciane nie wywierały negatywnego wpływu na testowane szczepy bakterii, takich jak *Lactobacillus plantarum* czy *Leuconostoc mesenteroides* [17]. Wymienione właściwości mogą predestynować ekstrakty herbaty do stosowania ich jako środka obniżającego poziom zanieczyszczenia bakteriami w produkcji kielków, zwłaszcza tej prowadzonej w warunkach domowych.

Celem pracy było określenie wpływu naparów herbaty, zastosowanych w trakcie procesu kiełkowania nasion, na poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego oraz poziom wybranych substancji bioaktywnych i wydajność uzyskiwanych kielków.

Material i metody badań

Nasiona rzodkiewki przeznaczone do domowej uprawy na kielki zakupiono w sklepie. Nasiona przed procesem kiełkowania płukano pod bieżącą wodą (0,5 min). Doświadczenie prowadzono w trzech wariantach. Próbę kontrolną stanowiły kielki uzyskane z nasion moczonych przez 30 min w wodzie destylowanej, a następnie przez kolejne 6 dni wzrostu nawadniane również wodą destylowaną. Nawadnianie prowadzono przelewając nasiona rozłożone na tacach. Część nasion pierwszego dnia uprawy moczone przez 30 min w naparach herbaty czarnej lub zielonej, w temp. 20 ± 2 °C. Napary uzyskiwano z 16 g herbaty ekspresowej i 500 ml wody destylowanej o temp. 100 °C, po ekstrakcji trwającej 5 min. Następnie nasiona płukano wodą destylowaną, którą również nawadniano je w kolejnych dniach uprawy. Trzeci wariant polegał na nawadnianiu upraw przez cały okres kiełkowania nasion naparami herbat uzyskanymi z 4 g suszu i 500 ml wody. Kiełkowanie prowadzono w warunkach zbliżonych do opisanych przez Gałązkę-Czarnecką i Kralę [11]. Produkcję prowadzono w kielkownicy półkowej, w temp. 20 ± 2 °C, przy dostępie naturalnego światła rozproszonego. Wzrost kielków prowadzono przez 6 dób, nawadniając nasiona raz na dobę.

Wydajność uzyskiwanego produktu określano, obliczając procent skielkowanych nasion z 300 wysianych oraz oznaczając masę 300 kielków.

Analizy mikrobiologiczne obejmowały oznaczenie: ogólnej liczby bakterii (OLB), liczby bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*, bakterii fermentacji mlekowej oraz drożdży i pleśni. Ogólną liczbę bakterii oznaczano na podłożu PCA, inkubując próby w temp. 30 °C przez 48 h [12]. Bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* oznaczano zgodnie z Polską Normą [20], metodą płytkową na podłożu VRBG po trwającej 24 h inkubacji prowadzonej w temp. 37 °C. Liczbę bakterii fermentacji mlekowej określano na podłożu MRS po inkubacji trwającej 72 h w temp. 30 °C [21]. Drożdże i pleśnie oznaczano na podłożu z chloramfenikolem po 5-dniowej inkubacji w temp. 25 ± 1 °C [22].

Zawartość polifenoli, wyrażaną jako równoważnik kwasu galusowego (GAE) w mg/100 g produktu, oznaczano zgodnie z metodyką opisaną przez Singletona i Rosiego [24] z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu'a. Absorbancję prób, po 2 h inkubacji, mierzono przy długości fali $\lambda = 750$ nm przy użyciu spektrofotometru Cecil UV/VIS CE 9500 (Cecil Instruments, Cambridge England).

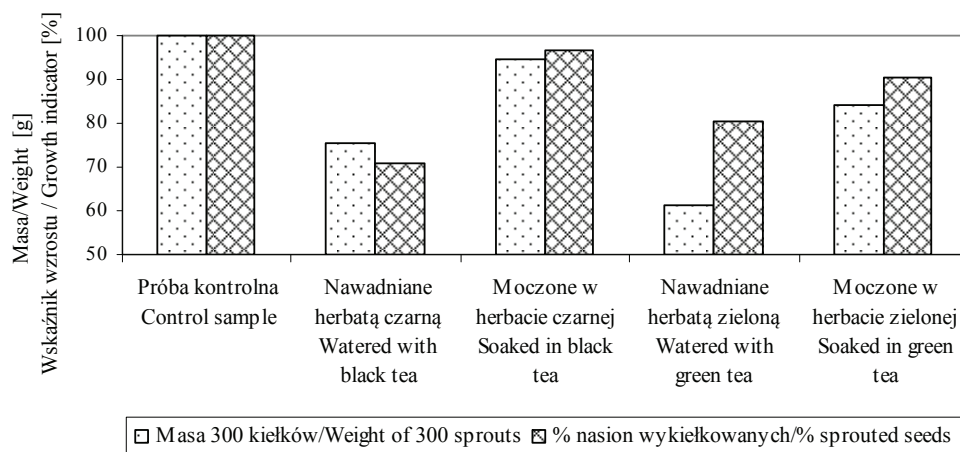
Siłę redukującą (określającą właściwości przeciwutleniające surowca poprzez zdolność jego ekstraktu do redukcji jonów Fe^{+3} do Fe^{+2}) analizowano zgodnie z metodą opisaną przez Yena i Chena [29]. Siłę redukującą wyrażano jako absorbancję mierzoną przy długości fali $\lambda = 700$ nm, 7 min po rozpoczęciu reakcji.

Zawartość chlorofilu i karotenoidów w liściach skielkowanych nasion oznaczano metodą spektrofotometryczną, po ekstrakcji tych substancji acetonem [4]. Absorbancję mierzono przy długościach fali $\lambda = 662$ nm, 645 nm i 470 nm [5]. Wyniki wyrażano w mg/100 g świeżej masy.

Analizy mikrobiologiczne wykonywano w czterech powtórzeniach, zawartość polifenoli w trzech, a zawartość chlorofilu i karotenoidów w pięciu powtórzeniach. Obliczenia statystyczne przeprowadzano przy użyciu pakietu CSS Statistica. Analizowano istotność różnic przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

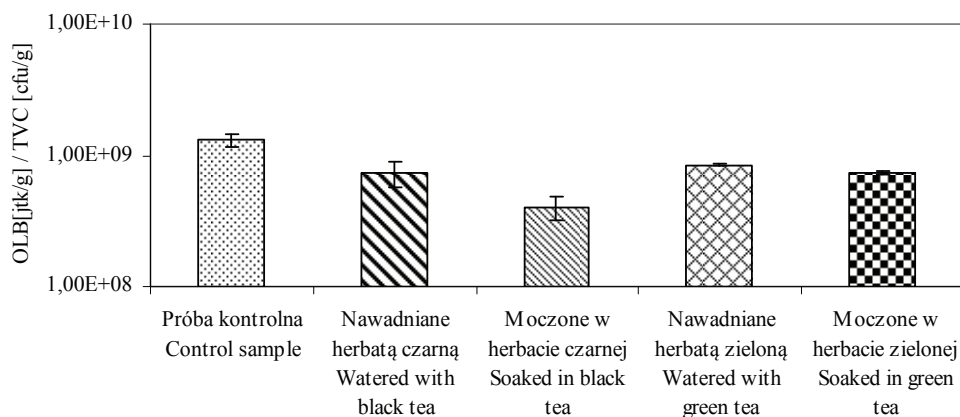
Wyniki oznaczania wydajności kiełków otrzymanych w różnych warunkach produkcji przedstawiono na rys. 1. W wielu pracach jako miernik wpływu zastosowanych środków dezynfekujących na wzrost roślin przyjmuje się wskaźnik procentowy wykiełkowanych nasion [9, 23]. Wskaźnik ten nie uwzględnia jednak różnic w budowie i wydajności uzyskiwanych produktów, na które również wpływają mogą zastosowane w trakcie uprawy warunki i użyte środki. Najmniejszą wydajność kiełków uzyskano, nawadniając kiełkujące nasiona ekstraktem zielonej herbaty. Zastosowanie naparów herbat do nawadniania upraw spowodowało znaczne zmniejszenie procentowego wskaźnika nasion wykiełkowanych i uszkodzenia kiełków (rys. 1). Hypokotyl był często skrócony i spiralnie zwinięty. Zdecydowanie mniej szkodliwe było moczenie nasion w ekstrakcie herbat, poprzedzające ich kiełkowanie. Moczenie nasion w naparze herbaty czarnej wpłynęło w sposób statystycznie nieistotny na wydajność i procentowy udział nasion wykiełkowanych.



Rys. 1. Wpływ warunków uprawy na masę 300 kielków rzodkiewki oraz procentowy udział nasion wykiełkowanych. (Obydwa wskaźniki przedstawiono w odniesieniu do próby kontrolnej, którą przyjęto jako 100 %).

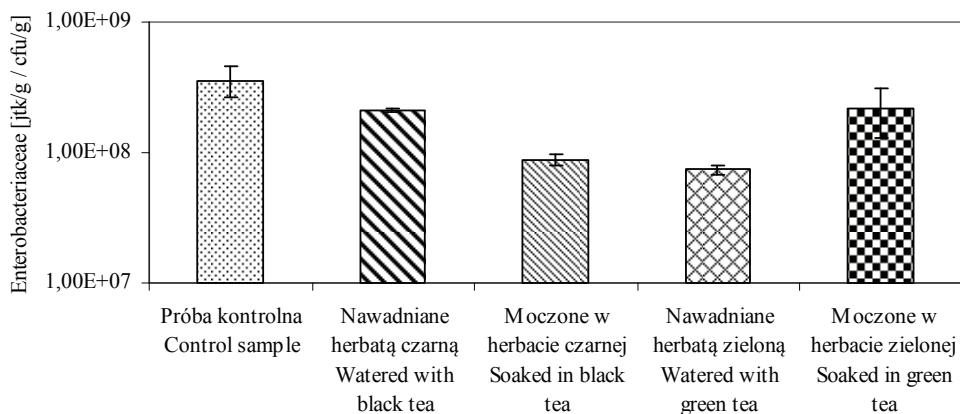
Fig. 1. Effect of germination conditions on weight of 300 small radish sprouts and per cent content of sprouted seeds (Two indicators were presented with reference to control sample assumed to be 100 %).

Wyniki analiz mikrobiologicznych (rys. 2) dowodzą, że obniżenie ogólnej liczby wykrywanych bakterii we wszystkich próbach, do których stosowano napary herbaty, wynosiło mniej niż 1 cykl logarytmiczny, przy czym najlepszy, statystycznie istotny, rezultat osiągnięto w przypadku nasion moczonych w ekstrakcie herbaty czarnej. Pozostałe różnice, chociaż niewielkie, również były statystycznie istotne.



Rys. 2. Wpływ warunków uprawy kiełków rzodkiewki na ogólną liczbę bakterii (OLB).

Fig. 2. Effect of germination conditions of small radish seeds on Total Viable Count (TVC) of bacteria.



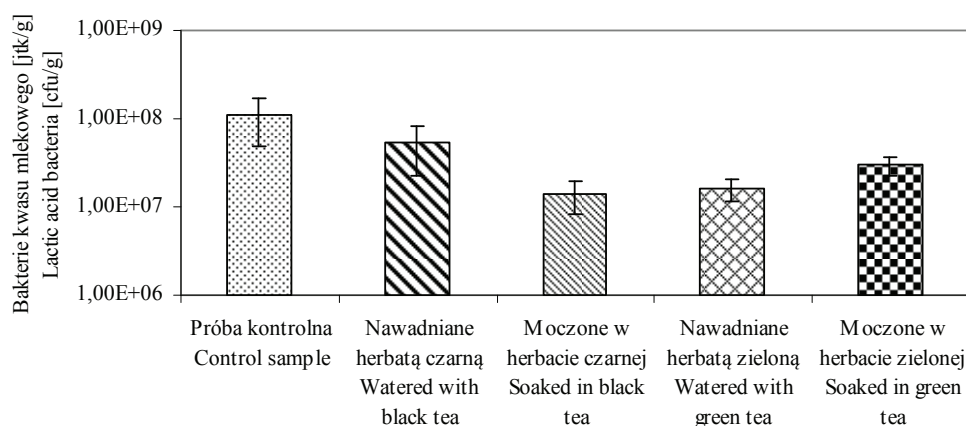
Rys. 3. Wpływ warunków uprawy kiełków rzodkiewki na liczbę bakterii należących do rodziny *Enterobacteriaceae*.

Fig. 3. Effect of germination conditions of small radish seeds on *Enterobacteriaceae* family bacteria count.

W odniesieniu do bakterii należących do rodziny *Enterobacteriaceae* stwierdzono podobny efekt. W przypadku prób moczonych w ekstrakcie z czarnej herbaty lub na-

wadnianych naparem herbaty zielonej (rys. 3) różnica między nimi a próbą kontrolną była statystycznie istotna. Natomiast między sobą obie próby nie różniły się istotnie.

Wpływ zastosowanych naparów herbat na wzrost bakterii fermentacji mlekowej w skielkowanych nasionach był we wszystkich wariantach zbliżony i podobnie, jak w przypadku ogólnej liczby bakterii i liczby bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*, różnica między próbą kontrolną a pozostałymi wynosiła nie więcej niż jeden cykl logarytmiczny (rys. 4). Jedynie w przypadku zastosowania naparu herbaty czarnej do moczenia nasion i naparu herbaty zielonej do ich nawadniania różnice te były statystycznie istotne.



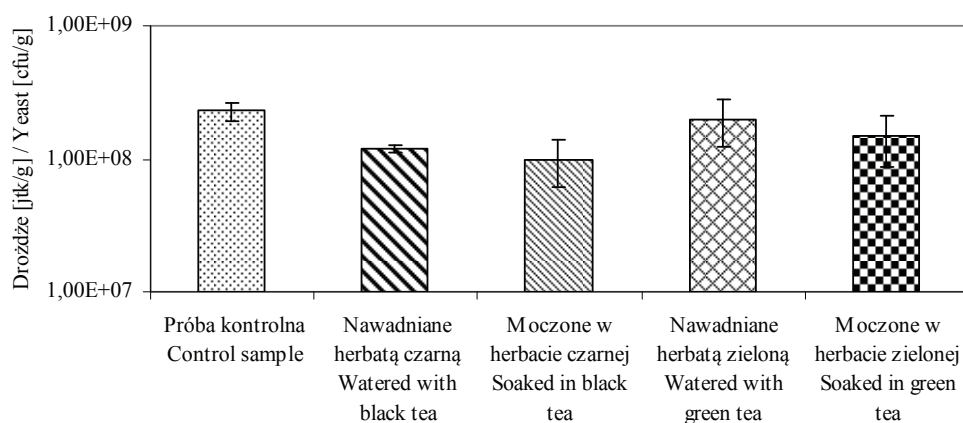
Rys. 4. Wpływ warunków uprawy kiełków rzodkiewki na liczbę bakterii kwasu mlekowego.

Fig. 4. Effect of germination conditions of small radish sprouts on lactic acid bacteria count.

Zastosowanie ekstraktów herbat wywarło jeszcze mniejszy wpływ na poziom zanieczyszczenia drożdżami (rys. 5). Natomiast w przypadku pleśni modyfikacja warunków uprawy spowodowała niewielki wzrost liczby wykrywanych mikroorganizmów (rys. 6).

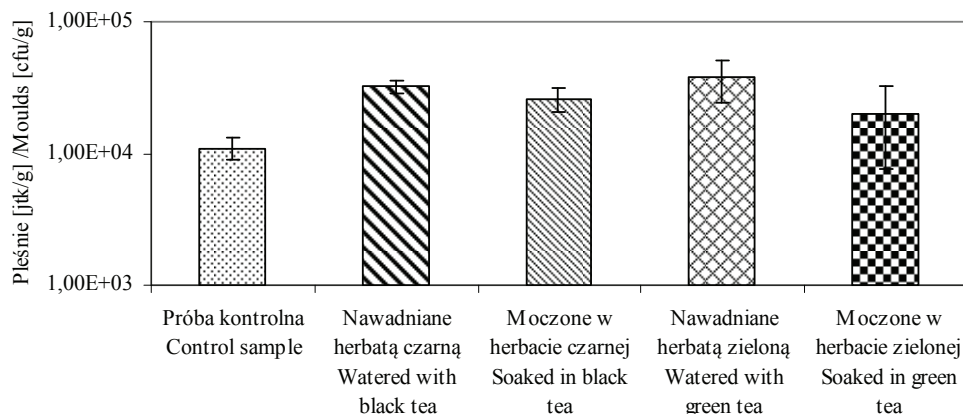
Niezadawalające wyniki uprawy kiełków rzodkiewki uzyskane przy zastosowaniu naparów herbacianych nie odbiegają znacząco od rezultatów obserwowanych przez niektórych autorów po stosowaniu chemicznych środków dezynfekujących [7, 13, 23]. Singh i wsp. [23] w pracy dotyczącej wpływu roztworu wodnego ClO_2 , ozonowanej wody i olejku eterycznego tymianku na zmniejszenie ilości *Escherichia coli* O157:H7, wykrywanej w kiełkach lucerny pochodzących z inokulowanych nasion, również nie uzyskali zadowalających rezultatów. Bardziej znaczącą redukcję liczby wykrywanych bakterii, jednak wynoszącą w porównaniu z próbą kontrolną mniej niż 1 cykl logarytmiczny, autorzy odnotowali dopiero po zastosowaniu do płukania nasion kolejno wszystkich trzech roztworów dezynfekujących. Zależnie od metody płukania nasion

oznaczyli oni po 72 h kiełkowania liczbę bakterii *E. coli* O157:H7 w kiełkach na poziomie od 7,8 log jtk/g (wszystkie trzy roztwory dezynfekujące) do 8,2 log jtk/g (próba kontrolna płukana wodą). Zastosowali oni następujące roztwory: wodny roztwór ClO_2 (25 mg/l), ozonowaną wodę (14,3 mg/l) i olejek tymiankowy (5,0 ml/l). Podobnie niską efektywność wobec bakterii *Salmonella* inokulowanej na kiełkowanych nasionach lucerny stwierdzili Kim i wsp. [13]. Stosując roztwory zawierające aktywny chlor w stężeniu 84-90 mg/l, uzyskali obniżenie liczby wykrywanych bakterii *Salmonella* o około 1,5 log jtk/g w stosunku do początkowej populacji na nasionach. Fett [7] badając wpływ H_2O_2 , NaClO_2 , EDTA, Na_3PO_4 , NaOCl i kwasu peroksyoctowego stwierdził, że żaden z tych środków, stosowanych do nawadniania nasion w różnych stężeniach, nie zredukował natywnej mikroflory kiełków lucerny o więcej niż 1 log. Równocześnie w przypadku kilku z tych związków zaobserwowano efekt fitotoksyczny. Ponadto Fett [7] nie stwierdził korzystnego wpływu dezynfekcji nasion roztworami chloru o różnej koncentracji na liczbę wykrywanych drobnoustrojów w kiełkach lucerny po zakończonym procesie kiełkowania. Jedną z przyczyn dużych trudności w zmniejszaniu zanieczyszczenia mikrobiologicznego skiełkowanych nasion jest najprawdopodobniej tworzenie biofilmów przez bakterie obecne na nich [8]. W cytowanej wyżej pracy Fetta najczęstszymi bakteriami tworzącymi biofilmy na wszystkich typach analizowanych kiełków były pałeczki o różnych rozmiarach.



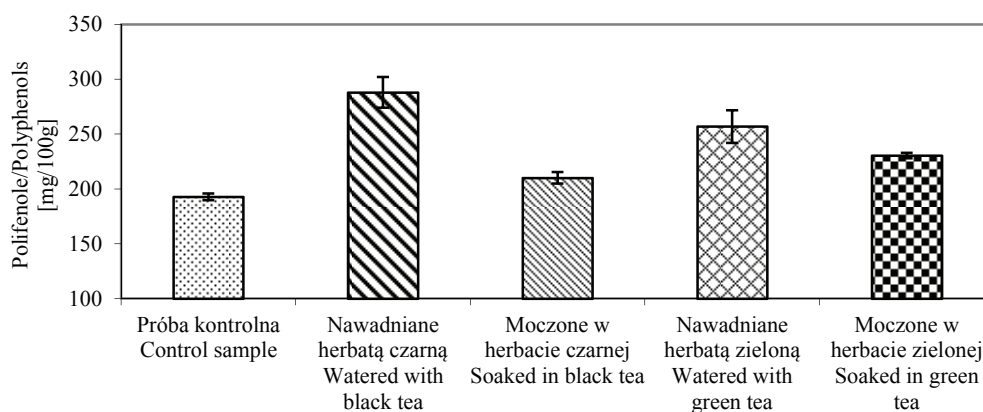
Rys. 5. Wpływ warunków uprawy kiełków rzodkiewki na liczbę drożdży.

Fig. 5. Effect of germination conditions of small radish seeds on yeast count.



Rys. 6. Wpływ warunków uprawy kiełków rzodkiewki na liczbę pleśni.

Fig. 6. Effect of germination conditions of small radish seeds on count of moulds.



Objaśnienie: Explanatory notes:

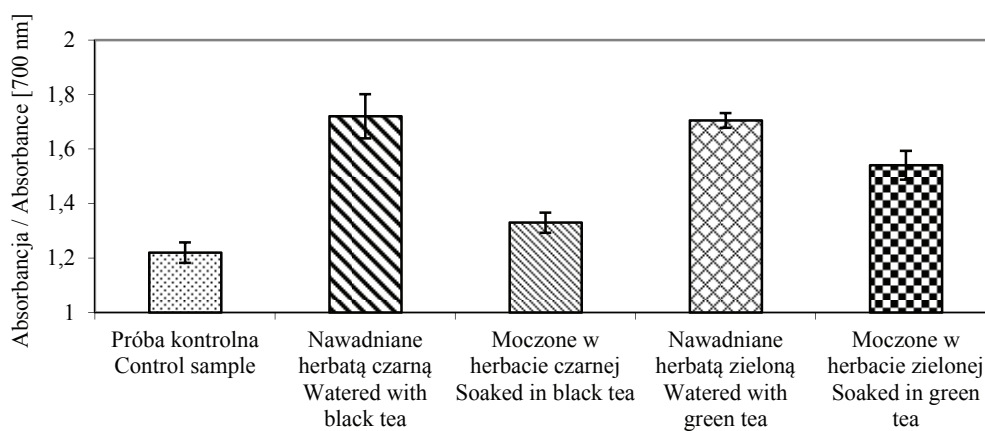
Wartości oznaczone taką samą literą nie różnią się statystycznie istotnie przy $p > 0,05$ / Values denoted by the same letter do not differ statistically significantly at $p > 0.05$.

Rys 7. Wpływ warunków uprawy kiełków rzodkiewki na zawartość w nich polifenoli.

Fig. 7. Effect of germination conditions of small radish seeds on content of polyphenols in sprouts.

Na rys. 7. przedstawiono zawartość polifenoli, a na rys. 8. wartość siły redukującej, będącej wskaźnikiem właściwości przeciwutleniających uzyskanych kiełków. Zarówno kiełki nawadniane, jak i pozyskane z nasion moczonych w naparach herbaty zawierały zdecydowanie więcej związków polifenolowych i cechowały się silniejszymi właściwościami przeciwutleniającymi niż próba kontrolna. Przy czym największą zawartość polifenoli i najwyższe wartości siły redukującej stwierdzono w przypadku

kiełków nawadnianych ekstraktami herbat. Na zwiększenie wartości tych wyróżników mogła wpłynąć obecność polifenoli pochodzących z herbaty zaadsorbowanych np. na resztach okrywy nasiennej. Na skutek zastosowania ekstraktu herbaty mogła również w roślinach zostać zsyntezowana większa ilość składników polifenolowych jako odpowiedź na obecność niepożądanych substancji w środowisku. Do składników mających duży wpływ na pojemność przeciwutleniającą kiełków rzodkiewki, oprócz polifenoli, należy przede wszystkim kwas askorbinowy. Pozostałe składniki, jak tokoferole i glutation mają znacznie mniejsze znaczenie [30].



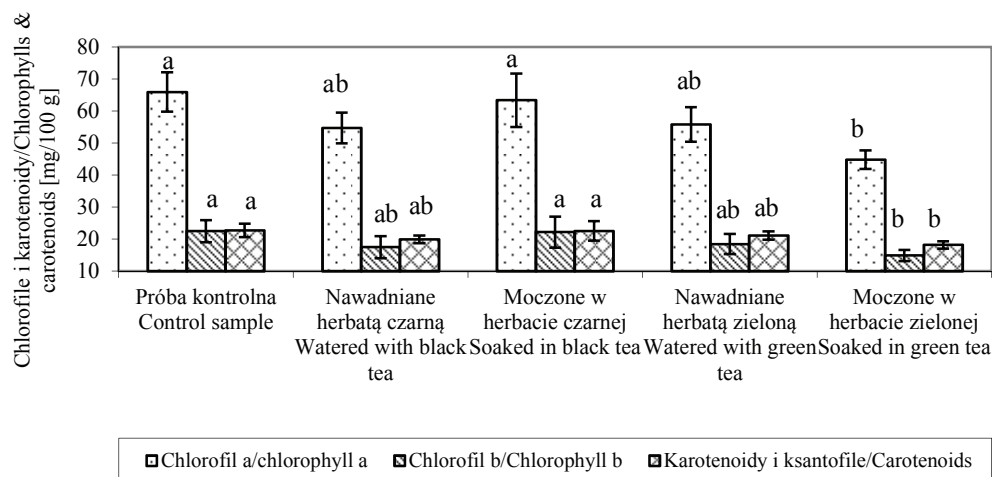
Objaśnienie jak pod rys. 7 / Explanatory note as in Fig. 7.

Rys. 8. Wpływ warunków uprawy kiełków rzodkiewki na wartość siły redukującej.

Fig. 8. Effect of germination conditions of small radish seeds on reducing power value.

Zawartość chlorofili w liścieniach kiełków przedstawiono na rys. 9. Nawadnianie upraw naparami spowodowało zmniejszenie zawartości chlorofili w uzyskiwanym produkcie – od 3,2 do 32,5%, jednak jedynie w przypadku moczenia nasion w naparze herbaty zielonej różnice zostały zweryfikowane jako statystycznie istotne. Podobne zjawisko zmniejszenia zawartości chlorofili w sadzonkach sałaty uzyskanych z nasion nawadnianych wodnym ekstraktem jeżówki (*Echinacea angustifolia*) stwierdzili Viles i Reese [26]. Borella i wsp. [1], po zastosowaniu do nawadniania nasion rzodkiewki wodnego ekstraktu psianki czarnej (*Solanum americanum*), również stwierdzili, że zmniejszyło to wskaźnik procentowy nasion skielkowanych oraz zawartość chlorofilu w siewkach rzodkiewki. Obserwowane zjawisko autorzy przypisali flawonoidom obecnym w użytym do nawadniania ekstrakcie [1]. Zastosowane metody uprawy miały mniejszy wpływ na zawartość karotenoidów i ksantofili (rys. 9) i również w tym przy-

padku wyraźniejsze zmniejszenie uzyskanych wartości miało miejsce w przypadku moczenia nasion w naparze herbaty zielonej.



Objaśnienie jak pod rys. 7 / Explanatory note as in Fig. 7.

Rys. 9. Wpływ warunków uprawy kiełków rzodkiewki na zawartość chlorofilu oraz karotenoidów w ich liścieniach.

Fig. 9. Effect of germination conditions of small radish seeds on contents of chlorophylls and carotenoids in cotyledons of sprouts.

Wnioski

1. Zastosowanie naparów herbaty w uprawie kiełków bardzo nieznacznie wpłynęło na obniżenie poziomu zanieczyszczenia mikrobiologicznego uzyskiwanych produktów. Zarówno zastosowanie naparów herbacianych do moczenia, jak i nawadniania nasion pozwoliło na zmniejszenie liczby wykrywanych grup bakterii o co najwyżej 1 cykl logarytmiczny. Najskuteczniejszym zabiegiem było moczenie nasion w naparze herbaty czarnej bądź nawadnianie ich naparem herbaty zielonej.
2. Spośród badanych metod uprawy, z zastosowaniem ekstraktów herbaty, jedynie moczenie nasion w naparze herbaty czarnej pozwoliło na obniżenie ogólnej liczby bakterii oraz bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* o mniej niż 1 cykl logarytmiczny i równoczesne zachowanie stosunkowo dobrej wydajności i jakości kiełków. W pozostałych przypadkach masa i wskaźnik wzrostu uzyskiwanych kiełków były znacząco zmniejszone.
3. Zastosowanie naparów herbaty we wszystkich wariantach uprawy spowodowało zwiększenie zawartości polifenoli i właściwości przeciwutleniających kiełków oraz

zmniejszenie zawartości chlorofili w ich liściach. Jednak w tym ostatnim przypadku różnice w większości zostały zweryfikowane jako statystycznie nieistotne.

Literatura

- [1] Borella J., Wandscheer A.C.D., Pastorini L.H.: Allelopathic potential of aqueous extracts of *Solanum americanum* Mill. fruits on radish seeds. Rev. Bras. Ciênc. Agrár., 2011, **6** (2), 309-313.
- [2] Carlin F., Nguyen-the C., Morris C.E.: Influence of background microflora on *Listeria monocytogenes* on minimally processed fresh broad-leaved endive (*Cichorium endivia* var. *latifolia*). J. Food Prot., 1996, **59**, 698-703.
- [3] Cheng-Chun Chou, Lon-Leu Lin, King-Thom Chung.: Antimicrobial activity of tea as affected by the degree of fermentation and manufacturing season. Int. J. Food Microbiol., 1999, **48**, 125-130.
- [4] Current Protocols in Food Analytical Chemistry. F4.2.1-F4.2.6. Extraction of Photosynthetic Tissues: Chlorophylls and Carotenoids. Contributed by Lichtenthaler H.K. and Buschman C. 2001.
- [5] Current Protocols in Food Analytical Chemistry. F4.3.1-F4.3.8. Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy. Contributed by Lichtenthaler H.K. and Buschman C. 2001.
- [6] Devlieghere F., Vermeiren L., Debevere J.: New preservation technologies: Possibilities and limitations. Int. Dairy J., 2004, **14**, 273-285.
- [7] Fett W.F.: Reduction of the native microflora on alfalfa sprouts during propagation by addition of antimicrobial compounds to the irrigation water. Int. J. Food Microbiol., 2002, **72**, 13-18.
- [8] Fett W. F.: Naturally occurring biofilms on alfalfa and other types of sprouts. J. Food Prot., 2000, **63** (5), 625-632.
- [9] Fett W.F., Cooke P.H.: Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on laboratory-inoculated alfalfa seed with commercial citrus-related products J. Food Prot., 2003, **66** (7) 1158-1165.
- [10] Gabriel A.A., Berja M.C., Estrada A.M.P., Lopez M.G.A.A., Nery J.G.B., Villaflor E.J.B.: Microbiology of retail mung bean sprouts vended in public markets of National Capital Region, Philippines. Food Control, 2007, **18**, 1307-1313.
- [11] Gałązka-Czamecka I., Krala L.: Zmiany jakości kielków rzodkiewki *Raphanus sativus* L. podczas chłodniczego przechowywania w modyfikowanej atmosferze i w powietrzu. Chłodnictwo, 2009, **8**, 56-59.
- [12] Hayes P.R.: Food Microbiology and Hygiene. Second Edition. Chapman & Hall London 1995, p. 189.
- [13] Kim Ch., Hung Y-C., Brackett RE, Lin Ch-S.: Efficacy of electrolyzed oxidizing water in inactivating *Salmonella* on Alfalfa seeds and sprouts. J. Food Prot., 2003, **66** (2), 208-214.
- [14] Leszczyńska-Fik A., Fik M.: Kielki roślinne. Jakość mikrobiologiczna skielkowanych nasion. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2003, **12**, 29-31.
- [15] Michalczyk M., Kowalińska J.: Zanieczyszczenie mikrobiologiczne kielkowanych nasion dostępnych w handlu. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **3** (64), 32-39.
- [16] Michalczyk M., Macura R.: Wpływ warunków przechowywania na jakość wybranych, dostępnych w obrocie handlowym, mało przetworzonych produktów warzywnych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **3** (58), 96-107.
- [17] Michalczyk M., Zawislak A.: The effect of tea infusions on the proliferation of selected bacteria important for the human intestinal tract. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., 2008, **7** (1), 59-65.
- [18] National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods: Microbiological safety evaluations and recommendations on sprouted seeds. Int. J. Food Microbiol., 1999, **52**, 123-153.
- [19] Penas E., Gómez R., Frías J., Vidal-Valverde C.: Application of high pressure treatment on alfalfa (*Medicago sativa*) and mung bean (*Vigna radiata*) seeds to enhance the microbiological safety of their sprouts. Food Control, 2008, **19**, 698-705.

- [20] PN-A-04023:2001. Mikrobiologia żywności. Wykrywanie i identyfikacja drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae*.
- [21] PN-ISO 15214:2002. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Metoda płytkowa w temperaturze 30°C.
- [22] PN-93 A-86034/07:1993. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Pleśnie i drożdże – oznaczanie liczby metodą płytkową w temperaturze 25°C.
- [23] Singh N., Singh R.K., Bhunia A.K.: Sequential disinfection of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated alfalfa seeds before and during sprouting using aqueous chlorine dioxide, ozonated water, and thyme essential oil. *Lebensm.-Wiss.-U.-Technol.*, 2003, **36**, 235-243.
- [24] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic*, 1965, **16**, 144-158.
- [25] Taormina PJ, Beuchat LR.: Behavior of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa sprouts during the sprouting process as influenced by treatments with various chemicals. *J. Food Prot.*, 1999, **62** (8), 850-856.
- [26] Toda M., Okubo S., Hiyoshi R., Shimamura T.: The bactericidal activity of tea and coffee. *Lett. Appl. Microbiol.*, 1989, **8**, 123-125.
- [27] Viles A.L., Reese R.N.: Allelopathic potential of *Echinacea angustifolia* D.C. *Environ. Exp. Bot.*, 1996, **36** (1), 39-43.
- [28] Weissinger W.R., McWatters K.H., Beuchat L.R.: Evaluation of volatile chemical treatments for lethality to *Salmonella* on Alfalfa seeds and sprouts. *J. Food Prot.*, 2001, **64** (4), 442-450.
- [29] Yen G-C, Chen H-Y: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, **43**, 27-32.
- [30] Zieliński H., Piskula M.K., Michalska A., Kozłowska H.: Antioxidant capacity and its components of cruciferous sprouts. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2007, **57** (3), 315-322.

EFFECT OF BLACK AND GREEN TEA INFUSIONS ON MICROBIAL CONTAMINATION AND GROWTH OF SMALL RADISH SPROUTS

S u m m a r y

Sprouted seeds, both commercially available and home-sprouted, are a popular product of high nutritive value. However, they are characterised by relatively high levels of microbial contamination. The objective of this paper was to determine the effect of black and green tea infusions applied during the sprout production process on the microbial contamination level and the content of some selected bioactive components, as well as on the growth rate of sprouts being produced. The infusions were applied to soak seeds prior to sprouting or to water seed crops during the growth of sprouts. It was found that the soaking of seeds in the green tea infusion, as well as the watering of sprouting seeds and growing sprouts with the infusions of those two tea types negatively affected the product yield obtained and caused the chlorophyll content in the cotyledon to slightly decrease. However, the soaking of seeds in the black tea infusion did not significantly impact those values. Compared to the control sample, the infusions used caused the polyphenol content and the indicator of antioxidant activity (reducing power) to increase. In all the modified methods of producing sprouts, the total viable count of bacteria, lactic acid bacteria, and *Enterobacteriaceae* family bacteria were reduced by less than 1 log cycle. The tea infusions applied caused, however, the quantity of detectable moulds to slightly increase.

Key words: small radish sprouts, tea, microbiological contamination, sprouting process ☒

EWA JABŁOŃSKA-RYŚ

WPLYW SPOSOBU PARZENIA RÓŻNYCH RODZAJÓW HERBAT NA ZAWARTOŚĆ W NICH SZCZAWIANÓW ROZPUSZCZALNYCH

Streszczenie

Jedenaście rodzajów herbat, w tym: czarne, zielone, czerwona, żółta i biała zakupiono w sklepach na terenie Lublina. W naparach sporządzonych z każdej z herbat oznaczano zawartość rozpuszczalnych szczawianów metodą manganianometryczną. Zawartość szczawianów rozpuszczalnych w herbatach parzonych w temperaturze 100°C przez 5 min mieściła się w zakresie od 170,02 mg/100 g s.m. (w naparach 2,55 mg/100 ml) do 438,26 mg/100 g s.m. (w naparach 6,57 mg/100 ml). W grupie herbat o najmniejszej zawartości analizowanych związków znalazły się popularne herbaty Tetley Original Leaf, Lipton Yellow Label Tea Long Leaf oraz Saga. Zróżnicowanie sposobu ekstrakcji (czasu i temperatury) miało istotny wpływ na zawartość szczawianów w herbatach. Największą zawartość tych związków stwierdzono w herbacie czerwonej China Pu-erh parzonej w 100 °C przez 30 min – 701,21 mg/100 g s.m. (w naparze 10,52 mg/100 ml). W herbatach zielonych, żółtej oraz białej parzonych w temperaturze 75 °C poziom szczawianów był niższy niż w naparach sporządzonych w temperaturze 100 °C.

Słowa kluczowe: rozpuszczalne szczawiany, kwas szczawiowy, herbata, czas parzenia

Wprowadzenie

Szczawiany zaliczane są do substancji przeciwżywieniowych, obecnych w żywności pochodzenia roślinnego. Występują w formie soli rozpuszczalnych – szczawiany sodu i potasu oraz nierozpuszczalnych – szczawiany wapnia. Nadmierna podaż tych substancji może być przyczyną wielu schorzeń, z których najpowszechniejszym jest kamica nerkowa [4]. Według Reynolds [14] 75 % kamieni nerkowych jest zbudowanych ze szczawianu wapnia. Kwas szczawiowy w organizmie człowieka pochodzi ze źródeł pokarmowych, bądź jest końcowym produktem metabolizmu, m.in. kwasu askorbinowego. Jako najbardziej znane źródła szczawianów podaje się: szpinak, rabarbar i szczaw, ale równie duże ilości tych związków dostarczane są w diecie wraz z używkami – kawą i herbatą [3, 5, 10, 11, 16]. Przeciętnie jedynie 6 do 14 % szcza-

wianów ulega wchłonięciu w przewodzie pokarmowym, jednak w przypadku niektórych osób z tzw. hiperoksalurią absorpcja przekraczać może nawet 50 % [14].

Aby ograniczyć ryzyko powstawania kamieni moczowych zaleca się nieprzekraczanie podaży 40 - 50 mg szczawianów na dobę [22]. Innym sposobem jest zwiększenie podaży wapnia wiążącego wolne szczawiany do poziomu około 150 mg w każdym posiłku [1, 11]. Nie bez znaczenia jest też obróbka żywności. Proces gotowania pozwala zredukować zawartość szczawianów w warzywach o około 50 %, o ile gotowanie odbywa się w wodzie a nie na parze. Ubytki te są spowodowane wypłukaniem szczawianów do wody [17].

Gasińska i Gajewska [3], analizując dietę pacjentów z kamicą szczawianową, podały, że aż 85 % szczawianów w diecie w przypadku kobiet i 80 % w przypadku mężczyzn pochodziło z kawy lub herbaty, a odpowiednio 15 i 20 % było dostarczanych wraz z pozostałymi pokarmami pochodzenia roślinnego. Pacjenci objęci badaniem spożywali powyżej 2 filiżanek kawy lub herbaty dziennie, co w konsekwencji prowadziło do dostarczania wraz z dietą średnio 353,9 mg szczawianów dziennie mężczyznom i 405,9 mg kobietom.

Polska należy do jednego z głównych odbiorców herbaty w Europie, a także znajduje się w pierwszej dziesiątce państw o najwyższym spożyciu herbaty na świecie [13]. Według badań GUS-u przeciętne miesięczne spożycie herbaty w 2008 r. wyniosło ogółem 0,07 kg na osobę [15]. Konsumenci najczęściej kupują herbaty marek Lipton, Saga oraz Tetley. Najpopularniejsze na polskim rynku są herbaty czarne, z 70 % udziałem w sprzedaży. Obserwowany jest również wzrost sprzedaży herbat zielonych – średnio o 1 % rocznie. Herbaty pozostałych gatunków są kupowane najrzadziej. Za najslabiej znane w Polsce uznaje się herbaty żółte. Jednocześnie konsumenci, którzy świadomie wybierają ten produkt, zwracają większą uwagę na właściwie dobrane parametry procesu parzenia [21]. W zależności od rodzaju herbaty na jedną filiżankę naparu potrzeba około 3 - 3,5 g suszu. Herbaty czarne i czerwone zalewa się wrzątkiem, natomiast pozostałe wodą o temp. 70 - 85 °C. Czas parzenia większości herbat nie powinien przekraczać 5 min [2].

Zawartość szczawianów w herbatach jest zróżnicowana i zależy od wielu czynników: regionu pochodzenia, okresu zbioru, sposobu przetwarzania liści (proces fermentacji), rozmiaru liści [6]. Dostępne dane literaturowe mogą się znacznie różnić w zależności od sposobu przygotowania próbek i metodyki ich oznaczania.

Celem pracy było określenie wpływu sposobu parzenia herbat (czas i temperatura) na zawartość szczawianów rozpuszczalnych.

Materiały i metody badań

Materiałem do badań były herbaty sypkie: czarne (6), zielone (2) oraz czerwona, żółta i biała, pochodzące z różnych regionów upraw. Herbaty zakupiono w sklepach spożywczych oraz w specjalistycznych sklepach z herbatą na terenie Lublina. Charakterystykę zakupionych produktów zamieszczono w tab. 1.

Tabela 1

Charakterystyka badanych herbat.
Profile of tea types analyzed.

Nazwy handlowe Commercial names	Kraj pochodzenia Country of origin	Rodzaj herbaty, postać Types of tea, form
Assam TGFOP "Koilamari"	Indie	herbata czarna, duże zwinięte liście, duża ilość pączków
China Golden Yunnan TGFOP	Chiny	herbata czarna, duże zwinięte liście, duża ilość pączków
Kenya Original GFOP "Milima"	Kenia	herbata czarna, zwinięte liście, duża ilość pączków
Tetley Original Leaf	Indie	herbata czarna, duże liście
Lipton Yellow Label Tea Long Leaf	Sri Lanka	herbata czarna, duże liście
Saga	Indie	herbata czarna CTC
China Pu-erh	Chiny	herbata czerwona, liście drobne
China Huang Da Cha	Chiny	herbata żółta, duże zwinięte liście, patyczki
China Pai Mu Tan	Chiny	herbata biała, zwinięte listki i pączki
Japan Bancha	Japonia	herbata zielona, duże liście
China Lung Ching Superior	Chiny	herbata zielona, duże zwinięte liście i pąki

Napary przygotowano zalewając 1,5 g herbat 100 ml wody o temp. 100 °C, dodatkowo herbaty zielone, żółtą i białą zaparzano w temp. 75 °C. Próbkę do badań pobierano po 5 i 30 min od zaparzenia. Oznaczenie zawartości szczawianów rozpuszczalnych wykonywano metodą manganianometryczną [20]. Próbkę analizowano w 3 powtórzeniach, wyniki opracowano statystycznie testem Tukey'a na poziomie istotności $p < 0,05$, przy użyciu programu Statistica 9. Wyniki podano w mg na 100 g suchej masy produktu w postaci handlowej (tab. 2 i 3) oraz w przeliczeniu na 100 ml naparu uzyskanego z 1,5 g herbaty (rys. 1).

Wyniki i dyskusja

Badane gatunki herbat różniły się istotnie pod względem zawartości szczawianów rozpuszczalnych. W grupie herbat o najmniejszej zawartości analizowanych związków znalazły się popularne herbaty o nazwach handlowych: Tetley Original Leaf, Lipton Yellow Label Tea Long Leaf oraz Saga. W tych samych parametrach procesu ekstrakcji (100 °C, 5 min) żadna z herbat wysokogatunkowych, zakupionych w sklepach specjalistycznych, nie znalazła się w tej grupie. Nie zaobserwowano również zależności pomiędzy udziałem liści bądź pąków w herbatkach a zawartością szczawianów rozpuszczalnych (tab. 2).

Tabela 2

Zawartość rozpuszczalnych szczawianów w herbatkach parzonych w temperaturze 100 °C [mg/100 g s.m.].
Content of soluble oxalates in teas brewed at 100 °C [mg/100 g d.m.].

Nazwy handlowe Commercial names	Czas parzenia / Brewing time ($\bar{x} \pm s$ / SD)		Przyrost zawartości [%] Increase in content [%]
	5 min	30 min	
Assam TGFOP "Koilamari"	220,61 ^{b,c, A} ±6,81	276,03 ^{b, B} ±15,03	25,12
China Golden Yunnan TGFOP	374,09 ^{e, A} ±13,69	391,24 ^{d,e, A} ±12,41	4,58
Kenya Original GFOP "Milima"	338,67 ^{e, A} ±9,59	441,87 ^{f, B} ±12,10	30,47
Tetley Original Leaf	206,88 ^{a,b,c, A} ±15,62	274,07 ^{a,b, B} ±6,57	32,48
Lipton Yellow Label Tea Long Leaf	170,02 ^{a, A} ±9,63	424,24 ^{e,f, B} ±16,19	149,52
Saga	194,30 ^{a,b, A} ±12,33	234,90 ^{a, B} ±14,83	20,90
China Pu-erh	438,26 ^{f, A} ±12,78	701,21 ^{g, B} ±17,93	60,00
China Huang Da Cha	265,48 ^{d, A} ±13,43	285,37 ^{b, A} ±12,68	7,49
China Pai Mu Tan	274,93 ^{d, A} ±9,44	361,11 ^{c,d, B} ±14,64	31,34
Japan Bancha	238,22 ^{c,d, A} ±15,52	245,52 ^{a,b, A} ±12,87	3,07
China Lung Ching Superior	338,34 ^{e, A} ±20,93	344,91 ^{c, A} ±14,93	1,94

Objaśnienia: / Explanatory notes:

n = 3; Wartości średnie oznaczone taką samą dużą literą (wiersze) i małą (kolumny) nie różnią się statystycznie istotnie przy $\alpha = 0,05$ / Mean values denoted by the same capital letter (lines) and small letter (columns) do not differ statistically significantly at $\alpha = 0.05$.

Najmniejszą zawartość tych związków stwierdzono w herbacie czarnej Lipton Yellow Label Tea Long Leaf – 170,02 mg/100 g s.m., największą w herbacie czerwonej China Pu-erh – 438,26 mg/100 g s.m. (tab. 2), co w przeliczeniu na 100 ml naparu stanowiło odpowiednio 2,55 oraz 10,52 mg (rys. 1). Podane wartości uzyskano stosując ujednolicone parametry procesu parzenia wszystkich gatunków herbat, najczęściej stosowane przez konsumentów (temperatura wody 100 °C, czas parzenia 5 min). Podobny zakres wyników herbat czarnych parzonych przez 5 min w 90 °C uzyskał Charrier i wsp. [1] – od 149 do 685 mg/100 g s.m. Jednak według badań tych autorów herbaty niefermentowane zawierają znacznie mniejsze ilości szczawianów rozpuszczalnych – od 23 mg (Lipton Oolong Tea) do 115 mg (Twining Green Tea) w 100 g s.m., co nie znalazło potwierdzenia w przeprowadzonych badaniach. Hönow i wsp. [6] podają, że w naparach herbat zielonych, parzonych w temp. 90 °C przez 10 min zawartość szczawianów wynosi od 0,95 do 11,70 mg/100 ml. Hönow i Hesse [7] w przypadku naparów herbat zielonych przygotowanych w 70 °C przez 5 min podają wartości od 0,9 do 19,6 mg/100 g naparu. McKay i wsp. [12] w 100 ml naparów sporządzanych przez zalanie wrzątkiem i parzonych przez 5 min uzyskali wartości 2,7 oraz 8,3 mg dotyczące odpowiednio chińskiej herbaty zielonej i czarnej herbaty Tetley.

Znacznie wyższe wartości uzyskali Sperkowska i Bazylak, stwierdzając obecność w 100 g herbaty czarnej od 959 mg (Lipton) do 2091 mg (Cejlon Sir Roger) [18], a w herbatach zielonych od 636,43 mg (Vitax) do 1305,61 mg (Yunnan Green Tea) [19], przy czym temperatura i czas parzenia wynosiły odpowiednio 100 °C i 5 min.

Popularnym sposobem przygotowania herbat sypkich jest ich zaparzanie bezpośrednio w filiżance, co często wiąże się z przedłużeniem czasu ekstrakcji związków rozpuszczalnych z liści herbaty do naparu. Stąd badaniami objęto oprócz naparów sporządzanych tradycyjnie (parzonych 5 min) również próbki po dłuższym czasie parzenia, wynoszącym 30 min. Wydłużenie czasu parzenia spowodowało zwiększenie zawartości szczawianów rozpuszczalnych we wszystkich badanych próbkach, przy czym największy wzrost o 149,52 % stwierdzono w naparach herbaty Lipton Yellow Label Tea Long Leaf. Jedynie w przypadku 4 rodzajów herbat – czarnej China Golden Yunnan TGFOP, żółtej China Huang Da Cha oraz zielonych Japan Bancha i China Lung Ching Superior – wzrost ten był statystycznie nieistotny (tab. 2). W dostępnej literaturze problem wydłużonego czasu ekstrakcji nie był dotychczas omawiany, z wyjątkiem badań przeprowadzanych przez Sperkowską i Bazylaka [20]. Autorzy prowadzili oprócz podstawowej (100 °C przez 5 min) również zróżnicowaną metodę ekstrakcji – 40, 60 oraz 80 °C przez 15 min, jednak były to ekstrakcje wspomagane ultradźwiękami bądź mikrofalami, co nie ma zastosowania w praktycznym sporządzaniu herbaty jako napoju.

Herbaty zielone, żółte oraz białe zaleca się parzyć w niższej temperaturze, w granicach 70 – 85 °C. Odpowiednio dobrana temperatura gwarantuje uzyskanie na-

paru najlepszej jakości [2]. W pracy oprócz standardowej temp. parzenia 100 °C napary z herbaty żółtej China Huang Da Cha, białej China Pai Mu Tan oraz zielonych Japan Bancha i China Lung Ching Superior sporządzono przez zaparzenie wodą o temp. 75 °C. Analizę zawartości szczawianów rozpuszczalnych wykonano podobnie – po 5 i 30 min parzenia. We wszystkich naparach sporządzonych w ten sposób oznaczono mniejsze zawartości szczawianów niż w próbach przygotowanych w temp. 100 °C. Najmniejszą zawartością szczawianów rozpuszczalnych charakteryzowała się herbata żółta – parzona przez 5 min zawierała 139,14 mg w 100 g s.m., (2,09 mg w 100 ml naparu), a przez 30 min 159,79 mg (2,40 mg w 100 ml naparu). Największe zawartości szczawianów zaobserwowano w herbacie białej – odpowiednio 260,10 i 340,00 mg/100 g s.m. oraz 3,90 i 5,11 mg w 100 ml naparu. W niższej temperaturze wydłużenie czasu parzenia również spowodowało zwiększenie zawartości analizowanych związków, w zależności od rodzaju herbaty od 14,84 do 53,85 %, przy czym w przypadku herbaty żółtej był to wzrost statystycznie nieistotny (tab. 3).

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają stwierdzić, że sposób parzenia wywiera znaczny wpływ na stopień ekstrakcji szczawianów rozpuszczalnych z herbat sypkich do naparów. Obniżenie temperatury parzenia herbat żółtych, białych i zielonych przyczynia się do istotnego zredukowania zawartości tych związków. Ważne jest również przestrzeganie czasu parzenia – nieoddzielanie liści od naparu po odpowiednim czasie również powoduje uzyskanie napoju o zwiększonej zawartości szczawianów.

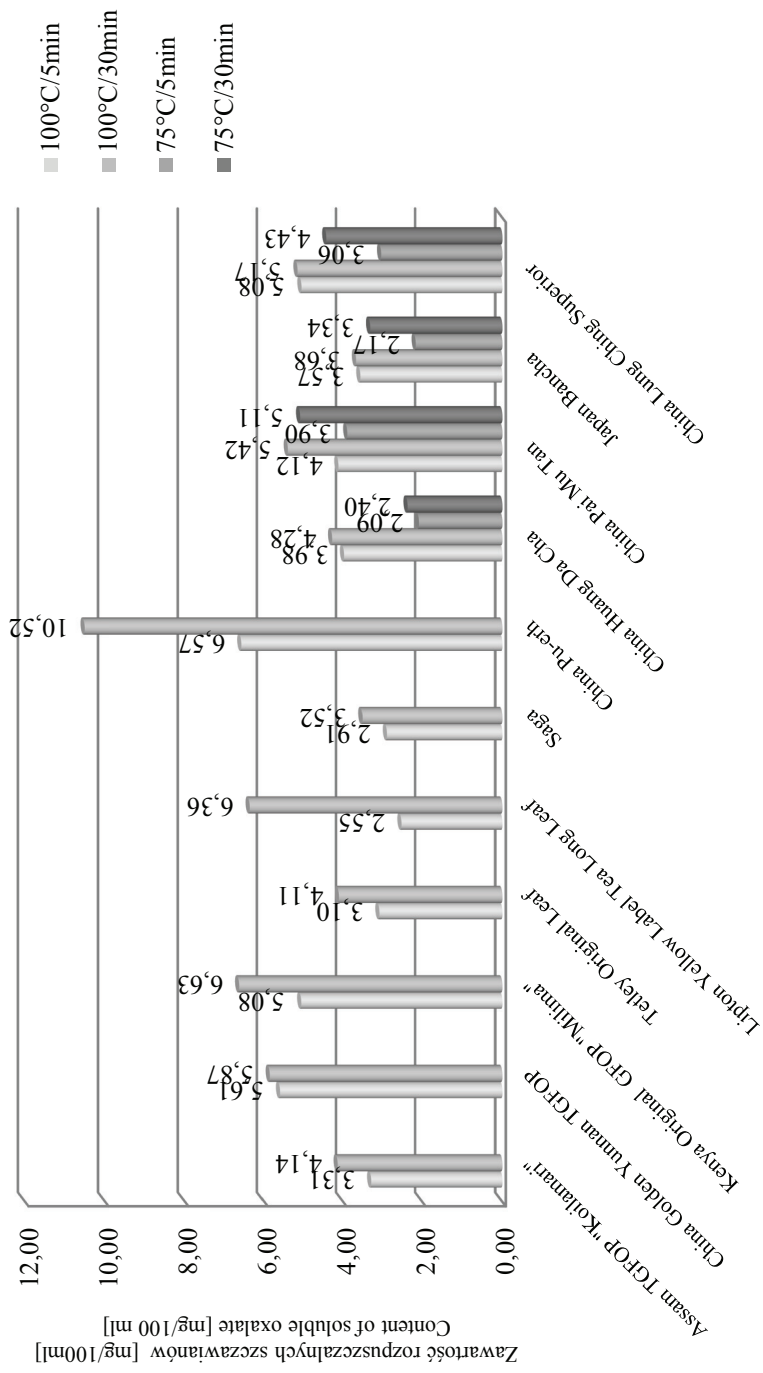
Tabela 3

Zawartość rozpuszczalnych szczawianów w herbatach białych, żółtych i zielonych parzonych w temp. 75 °C [mg/100 g s.m.].

Content of soluble oxalates in white, yellow, and green teas brewed at 75 °C [mg/100 g d.m.].

Nazwy handlowe Commercial names	Czas parzenia / Brewing time ($\bar{x} \pm s$ / SD)		Przyrost zawartości [%] Increase in content [%]
	5 min	30 min	
China Huang Da Cha	139,14 ^{a, A} ±16,28	159,79 ^{a, A} ±12,09	14,84
China Pai Mu Tan	260,10 ^{c, A} ±7,96	340,00 ^{d, B} ±12,19	30,91
Japan Bancha	144,53 ^{a, A} ±15,40	222,36 ^{b, B} ±7,74	53,85
China Lung Ching Superior	204,01 ^{b, A} ±11,84	295,15 ^{c, B} ±14,29	44,68

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



Rys. 1. Zmiany zawartości rozpuszczalnych szczawianów w naparach herbat (1,5 g/100 ml) w zależności od sposobu parzenia.
 Fig. 1. Changes in the content of soluble oxalates in water infusions of teas (1.5 g/100 ml) depending on brewing method.

Uwzględniając, że 15 % Polaków pije herbatę 4 razy dziennie lub częściej [21], to wraz z tym napojem mogą oni dostarczyć do organizmu nawet ponad 100 mg szczawianów rozpuszczalnych na dobę (dane dotyczą herbaty czerwonej China Pu-erh), co znacznie przewyższa zalecane normy [22]. Aby ograniczyć absorpcję wolnych szczawianów zaleca się picie herbaty z mlekiem, taki sposób przyrządzania tego napoju poprzez wiązanie szczawianów z wapniem mleka czyni go znacznie korzystniejszym dla organizmu [16]. Istnieją również prace, których autorzy na podstawie wyników przeprowadzonych badań biodostępności podają, że wolne szczawiany zawarte w czarnej herbacie są w małym stopniu absorbowane z przewodu pokarmowego [9], a herbata zielona, ze względu na obecny w niej galusan epigalokatechiny, wywiera hamujący wpływ na powstawanie kamieni moczowych, pomimo obecności wolnych szczawianów [8].

Wnioski

1. Analizowane rodzaje herbat różnią się istotnie pod względem zawartości wolnych szczawianów.
2. Wydłużenie czasu parzenia herbaty (nieoddzielanie liści od naparu po zalecanych czasie parzenia) powoduje istotny przyrost zawartości szczawianów rozpuszczalnych w naparach.
3. Stosowanie zalecanej temperatury parzenia herbat zielonych, białych i żółtych (około 75 °C) przyczynia się do mniejszego stopnia ekstrakcji wolnych szczawianów z liści do naparu.
4. Częste spożycie herbaty, szczególnie niewłaściwie parzonej, może przyczynić się do nadmiernej podaży wolnych szczawianów w codziennej diecie.

Literatura

- [1] Charrier M., Savage G.P., Vanhanen L.: Oxalate content and calcium binding capacity of tea and herbal teas. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.*, 2002, **11** (4), 298-301.
- [2] Czerwińska D.: Czas na herbatę. *Przegląd Gastr.*, 2009, **3**, 8-9.
- [3] Gasińska A., Gajewska D.: Tea and coffee as the main sources of oxalate in diets of patients with kidney oxalate stones. *Roczn. PZH*, 2007, **58** (1), 61-67.
- [4] Holmes R.P., Assimos D.G.: The impact of dietary oxalate on kidney stone formation. *Urol. Res.*, 2004, **32**, 311-316.
- [5] Holmes R.P., Kennedy M.: Estimation of oxalate content of food and daily oxalate intake. *Kidney Int.*, 2000, **57**, 1662-1667.
- [6] Hönow R., K.-L.R. Gu, Hesse A., Siener R.: Oxalate content of green tea of different origin, quality, preparation and time of harvest. *Urol. Res.*, 2010, **38**, 377-381.
- [7] Hönow R., Hesse A.: Comparison of extraction methods for the determination of soluble and total oxalate in foods by HPLC-enzyme-reactor. *Food Chem.*, 2002, **78**, 511-521.
- [8] Jeong B.C., Kim B.S., Kim J.I., Kim H.H.: Effect of green tea on urinary stone formation: an *in vivo* and *in vitro* study. *J. Endourol.*, 2006, **20** (5), 356-361.

- [9] Liebman M., Murphy S.: Low oxalate bioavailability from black tea. *Nutr. Res.*, 2007, **27**, 273-278.
- [10] Marcason W.: Where can I find information on the oxalate content of food? *J. Am. Diet. Assoc.*, 2006 **106** (4), 627-628.
- [11] Massey L.K.: Food oxalate: factors affecting measurement, biological variation, and bioavailability. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2007, **107** (7), 1191-1194.
- [12] McKay D.W., Seviour J.P., Comerford A., Vasdev S., Massey L.K.: Herbal tea: an alternative to regular tea for those who form calcium oxalate stones. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1995, **95** (3), 360-361.
- [13] Rawa Ł.: Nie tylko czarna! *Rynek Spoż.*, 2009, **11**.
- [14] Reynolds T.M.: Chemical pathology clinical investigation and management of nephrolithiasis. *J. Clin. Pathol.*, 2005, **58**, 119-126.
- [15] Rocznik Statystyczny Rolnictwa, GUS, Warszawa 2009, s. 316.
- [16] Savage G.P., Charrier M.J.S., Vanhanen L.: Bioavailability of soluble oxalate from tea and the effect of consuming milk with the tea. *Europ. J. Clin. Nutr.*, 2003, **57**, 415-419.
- [17] Savage G.P., Vanhanen L., Mason S.M., Ross A.B.: Effect of cooking on the soluble and insoluble oxalate content of some New Zealand foods. *J. Food Compos. Anal.*, 2000, **13**, 201-206.
- [18] Sperkowska B., Bazylak G.: Analiza zawartości szczawianów w naparach czarnych herbat i kaw dostępnych na polskim rynku. *Nauka Przyr. Technol.*, 2010, **4** (3), 1-13.
- [19] Sperkowska B., Bazylak G.: Ocena zawartości rozpuszczalnych szczawianów w herbatach zielonych i popularnych naparach ziołowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2010, **43** (2), 130-137.
- [20] Sperkowska B., Bazylak G.: Wpływ warunków ekstrakcji na zawartość rozpuszczalnych szczawianów w wodnych naparach herbat zielonych i herbatek ziołowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **4** (71), 107-121.
- [21] Szymula M., Ratajczak J.: Rynek herbaty i kawy I. Por. Handl., 2010, **9**.
- [22] Nutrition Care Manual. Urolithiasis/urinary stones – <http://www.nutritioncaremanual.org>.

EFFECT OF BREWING METHOD VARIOUS TEA TYPES ON CONTENT OF SOLUBLE OXALATES THEREIN

S u m m a r y

Eleven types of tea that included: black tea, green tea, oolong tea, yellow tea, and white tea were purchased in the Lublin shops. In the tea infusions prepared from each of the teas, the content of oxalates was determined using a manganometric method. The content of soluble oxalates in the teas brewed at 100 °C for 5 minutes ranged from 170.02 mg/100 g d.m. (in the water infusions of 2.55 mg/100 ml) to 438.26 mg/100 g d.m. (in the water infusions of 6.57 mg/ 100 ml). The group of teas with the lowest oxalate content comprised common teas, such as: Tetley Original Leaf, Lipton Yellow Label Tea Long Leaf, and Saga. The differentiation in extraction methods of tea (different time and temperature) significantly impacted the oxalate content in teas. The highest oxalate concentration was found in the 'China Pu-erh' tea brewed at 100 °C for 30 minutes, it was 701.21 mg/100 g d.m. (in the water infusions of 10.52 mg/100 ml). The oxalate levels were the lowest in green, yellow, and white tea samples brewed at 75 °C.

Key words: soluble oxalates, oxalic acid, tea, brewing time ☒

SEBASTIAN WAWSZCZAK, MARIA ŚMIECHOWSKA,
RADOSŁAW STERCZYŃSKI

PRÓBA IDENTYFIKACJI CZYNNIKÓW WPLYWAJĄCYCH NA PREFERENCJE MŁODYCH KOBIEŃ WOBEC PIW CIEMNYCH PRODUKOWANYCH METODĄ TRADYCYJNĄ

Streszczenie

Celem pracy było zidentyfikowanie czynników wpływających na preferencje młodych kobiet wobec piw ciemnych produkowanych metodą tradycyjną. Ocenie sensorycznej poddano tradycyjne piwa ciemne produkowane w polskich browarach. W badaniu zastosowano nieustrukturyowaną skalę liniową, odmianę skali Likerta. Badania wykazały, że podstawowym czynnikiem wyboru piw ciemnych przez młode kobiety był smak słodki. W testach konsumenckich większość młodych kobiet nie akceptowała piwa o gorzkim smaku. Na wybór piwa nie miał wpływu zapach. Badania nie wykazały również wpływu opakowania na wybór piwa. Przeprowadzone badania wykazały, że ciemne piwa tradycyjne mogą stać się atrakcyjnym napojem niskalkoholowym dla młodych kobiet z uwagi na wyjątkową smakowitość, determinowaną słodkim smakiem.

Słowa kluczowe: piwa ciemne, ocena sensoryczna, lager, ocena konsumencka

Wprowadzenie

W poszukiwaniu odrębności kulturowej krajów tworzących Unię Europejską zwrócono uwagę na żywność regionalną i tradycyjną. Z powodu różnych czynników politycznych, społecznych czy ekonomicznych wiele produktów regionalnych i tradycyjnych uległo zapomnieniu, a ich technologia została zarzucona. Konsumenci poszukują jednak produktów mających związek z regionem, które wyróżniają się „specyficznym” smakiem [17]. Pomimo faktu, że w ostatnim okresie polityka Unii europejskiej skoncentrowana jest na zwiększaniu ochrony produktów regionalnych i tradycyjnych, należy podkreślić, że działania te są nadal niewystarczające. Dodatkowo wiele

Mgr S. Wawszczak, dr hab. M. Śmiechowska, prof. nadz., Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, Wydz. Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa, Akademia Morska w Gdyni, ul. Morska 81-87, 81-225 Gdynia, dr R. Sterczyński, Szkoła Wyższa Psychologii Społecznej w Warszawie, Wydział Zamiejscowy w Sopocie, ul. Polna 16/20, 81-145 Sopot

produktów świadczących o kulturze danego regionu zostało wycofanych z produkcji. Niewątpliwie do takich produktów w Polsce należy piwo. Od 2000 roku zlikwidowano w naszym kraju kilkadziesiąt browarów, w których fermentacja odbywała się w klasyczny sposób, w otwartych kadziach. Poza tym wprowadzono w wielu zakładach tak zwaną nowoczesną technologię produkcji piwa, zwaną High Gravity Brewing (HGB). Polega ona na rozcieńczaniu piwa po procesie fermentacji odmineralizowaną wodą nasyconą ditlenkiem węgla. Technologia ta dzisiaj powszechnie stosowana w wielu browarach spowodowała, że wiele znanych marek piw nie może być uznanych za tradycyjne. Obecnie w niewielu zakładach produkuje się prawdziwie tradycyjne piwo. Niewątpliwie do takich browarów należą zakłady w Czarnkowie i Miłosławiu, które znajdują się w Wielkopolsce, gdzie piwo jest ciągle żywym produktem tradycyjnym i regionalnym [15].

W poszukiwaniu konsumentów piwa tradycyjnego zwrócono uwagę, że kobiety częściej niż mężczyźni wybierają piwa ciemne o słodkim smaku. Z innych badań wynika, że kobiety preferują piwa smakowe [3].

Piwa ciemne, w szczególności typu lager są napojami niszowymi na polskim rynku. Polskie piwa ciemne charakteryzują się zwykle słodszy smakiem (pochodzącym z użycia słodów karmelowych i/lub karmelu spożywczego w procesie produkcji) w porównaniu chociażby z piwami ciemnymi produkowanymi w Czechach, Niemczech czy Słowacji.

Wyniki badań wskazują, że zewnętrzne informacje o produkcie, w tym wygląd opakowania produktu, w znacznym stopniu wpływają na preferencje konsumentów [9]. Wpływ ten bywa nawet większy niż wpływ sensorycznych właściwości produktów [13]. Interesującą kwestią jest mechanizm powstawania tych zależności. Model takiego mechanizmu zakłada istnienie schematu poznawczego produktu np. produktu niskokalorycznego, obejmujący wygląd opakowania, nazwę, właściwości smakowe i wiele innych cech. Uruchomienie schematu przez jeden z parametrów produktu powoduje zmianę percepcji produktu w całości. Efekt ten znany jest w psychologii pod nazwą tendencyjnej percepcji [2]. Zniekształcenia percepcji szczególnie zainteresowały badaczy zachowań konsumenckich [12, 14], którzy potwierdzili kierowanie się informacją o produkcie w ocenie jego parametrów sensorycznych na przykładzie jogurtu [9, 13]. Wpływ informacji o produkcie obserwowano również w zmianie ocen lubienia piwa [4]. Okazało się, że produkty określane jako produkowane metodami tradycyjnymi smakowały badanym bardziej, przy czym produkty tradycyjne były smaczniejsze dla kobiet niż dla mężczyzn [16]. O ile w przypadku wyrazistych schematów, takich jak produkt niskokaloryczny trafność przytoczonego mechanizmu nie budzi większych wątpliwości, nie zakłada się istnienia analogicznego schematu w przypadku każdej marki czy etykiety produktu. Istnieją marki wiodące, szczególnie charakterystyczne, które mogą wiązać się z jawnie deklarowanym schematem, większość kategorii marek

produktów różni się jednak nieznacznie i bardzo subtelnie lub wcale nie wyróżnia z kategorii produktów przeciętnych lub typowych.

Celem pracy było poznanie preferencji młodych kobiet dotyczących piw ciemnych i zweryfikowanie wpływu znajomości marki piw ciemnych i wyglądu opakowania produktu na preferencje konsumentek. Założono dwie hipotezy badawcze. Po pierwsze przyjęto, że smak słodki jest determinantą wyboru piw przez kobiety, po drugie w przypadku porównywania piw ciemnych zapach nie będzie odgrywał istotnej roli w ocenie.

Materiał i metody badań

Badaniu poddano pięć rodzajów piw wyprodukowanych metodą tradycyjną. Fermentacja wybranych rodzajów odbywała się w kadziach otwartych, a proces produkcji nie był przyspieszany. Były to piwa należące do typu piw dolnej fermentacji i stylu lager w odmianie ciemnej. Do przeprowadzenia badania wybrano piwa następujących marek: „Gniewosz Koźlak” i „Gniewosz Ciemne” z browaru w Witnicy oraz „Gniewosz Koźlak” i „Gniewosz Ciemne” z browaru w Czarnkowie. Piwa z Witnicy były wyprodukowane na zlecenie firmy „Browar Gontyniec”, natomiast piwa w browarze w Czarnkowie rozlano już po przejęciu tego browaru przez firmę „Browar Gontyniec”. Kolejnym piwem było „Noteckie Eire”, które również uwarzono w browarze w Czarnkowie przed przejęciem go przez firmę „Browar Gontyniec”. Wszystkie poddane testowi piwa charakteryzowały się zawartością ekstraktu brzości podstawowej na poziomie 14,1 stopnia Plato oraz zawartością alkoholu od 5,6 - 6,0 % (v/v). Piwa były rozlane w browarach do identycznych butelek o pojemności 330 ml, przy czym piwa rozlane w Czarnkowie były oznakowane jedną etykietą główną, a w przypadku piw rozlanych w browarze w Witnicy każda butelka miała etykietę główną oraz kontretykietę, na której umieszczony był napis „uwarzono dla Browar Gontyniec...”. Koegzystowanie na rynku piw sprzedawanych pod tą samą marką, wyprodukowanych w różnych browarach, związane było w przypadku firmy „Browar Gontyniec” z faktem, że jeszcze do niedawna przedsiębiorstwo to pomimo mylącej nazwy nie posiadało żadnego browaru. Wybrane do przeprowadzenia testu piwa dobrano w taki sposób, aby poza walorami sensorycznymi wpływ na preferencję danego piwa miała także marka produktu. Postanowiono wykorzystać fakt, że piwo określonej marki wyprodukowano w dwóch różnych browarach, co ma znaczący wpływ na walory sensoryczne, przy wykorzystaniu tradycyjnej metody produkcji, ale nie pociąga za sobą znaczącej różnicy wyglądu i wizerunku opakowania.

Populację młodych kobiet wybrano ze względu na: deklarowane picie piwa systematycznie lecz niezbyt często, preferowanie piw słodkich przez kobiety, brak utrwalonych wzorców smakowych dotyczących piwa w porównaniu z mężczyznami. Bada-

nia Gawęckiego i wsp. [8] wskazują, że piwo było najrzadziej wybieranym napojem spośród innych napojów przez młode kobiety.

Degustacji piw ciemnych dokonało osiemnaście kobiet, które smakowały piwa najpierw bez znajomości marki, a następnie te same piwa w opakowaniach rynkowych. Respondentki należały do przedziału wiekowego od 19 do 24 lat, wszystkie miały wykształcenie średnie (w tym jedna wykształcenie wyższe). Ponad 83 % badanych pochodziła z miasta, a ponad 55 % zamieszkiwało Trójmiasto. Około 34 % kobiet zadeklarowało jako miejsce stałego zamieszkania obszary znajdujące się poza województwem pomorskim. Wszystkie osoby w okresie badań były studentkami. Większość uczestniczek deklarowała swój status materialny jako zadowalający lub dobry. Wszystkie kobiety zadeklarowały picie piwa, większość piła piwo minimum raz w miesiącu. Około 33 % respondentek piło piwo pochodzące z małych lokalnych browarów często lub zwykle. Ponad 72 % uczestniczek testu określiła, że piwo lokalne (regionalne) jest dostępne w niewystarczającym stopniu lub jest praktycznie niedostępne. Według respondentek piwo tradycyjne powinno być najczęściej sprzedawane w butelkach szklanych lub w beczkach i w tym przypadku konsumowane w pubie.

Jednorodność i liczebność badanej populacji uczestniczącej w badaniu pozwala traktować oceny jako oceny semikonsumenckie. Ograniczenie populacji czyli zbiorowości, na jaką uogólniano obserwacje poczynione w próbie nie ograniczyło możliwości generalizacji. Wręcz przeciwnie, małe jednorodne populacje umożliwiają estymację parametrów statystycznych na podstawie mniejszych prób. Otrzymanych w badaniu ocen nie należy jednak traktować jako reprezentatywnych dla całej populacji kobiet. Mimo to można zaryzykować twierdzenie, że wyniki z dużym prawdopodobieństwem są charakterystyczne dla młodych kobiet.

Istotnym problemem badawczym była odpowiedź na pytanie czy znajomość marki wpłynie na zmianę oceny testowanego piwa po przeprowadzonym wcześniej teście kontrolnym, gdzie na ocenę danego produktu miały wpływ głównie walory sensoryczne i pamięć sensoryczna osób poddanych testowi.

Badania prowadzono zgodnie z wymaganiami przyjętymi dla sensorycznej oceny piwa [5]. Próbkę były oznaczone symbolami innymi w teście kontrolnym i otwartym, aby wykluczyć sugerowanie się symbolem. Piwa podawano w temp. około 12 °C, co jest przyjęte przy przeprowadzaniu oceny sensorycznej piw dolnej fermentacji [6, 10]. Uczestników testu poinformowano o konieczności niepalenia papierosów oraz niespożywania posiłków na 2 h przed badaniem. Konsumentkom udzielono także informacji o zawartości alkoholu w piwie oraz o konieczności połykania choćby niewielkiej ilości piwa w trakcie jego smakowania, co jest wyraźną różnicą przy dokonywaniu oceny sensorycznej piwa w porównaniu z winami. Piwa oceniano pod względem preferencji konsumenckich. Oceniano zapach, smak oraz goryczkę wybranych piw. Ocena konsumentka piw jest cennym narzędziem w testach nowych oraz istniejących piw na ryn-

ku. Badania preferencji konsumenckich mogą być bardzo cenne w celu określenia powodów sukcesu lub porażki rynkowej produktu oraz mogą pomóc producentowi określić oczekiwania rynku [7].

Zastosowana w badaniu skala liniowa nieustrukturywana jest odmianą skali Likerta i stosuje się ją często w ocenach konsumenckich piwa [1]. Przykładowo Kunze [11] jest zwolennikiem używania skali w postaci dwóch równoległych linii oddalonych od siebie o 10 centymetrów, na której badany zaznacza swoją ocenę. Ocenę najwyższą wyraża znaczek umieszczony w pobliżu górnej linii, a najniższą w pobliżu dolnej linii. W badaniu posłużono się skalą długości 150 mm.

Wyniki i dyskusja

Analiza danych, z uwagi na fakt, że pojedyncze osoby nie zaznaczyły swoich ocen dotyczących wszystkich porównywanych próbek, została wykonana na obserwacjach pochodzących od 17 osób, które odpowiedziały na wszystkie pytania kwestionariusza.

Wyniki potwierdzają użyteczność skali liniowej do pomiaru parametrów sensorycznych piwa. Średnie oceny w większości mieściły się w prawej części skali, co wskazuje na pozytywną postawę względem ocenianych parametrów piw. Dokonane oceny charakteryzowało dość jednolite odchylenie standardowe oscylujące wokół 40 mm, co wskazuje, że oceniane cechy miały podobny charakter i niewielkie zróżnicowanie średnich poszczególnych parametrów różnych rodzajów piw, co pośrednio potwierdza założenie, że próba badanych kobiet miała niewielki kontakt z piwami tego typu. Oceny próbek piw na użytych skalach przedstawiono w tab. 1.

W celu rozstrzygnięcia problemu wpływu zajomości marki na oceny preferencji przeprowadzono analizę wariancji w wewnątrzgrupowym modelu 5 (piwo) x 3 (parametr) x 2 (rodzaj testu).

Średnie oceny preferencji wszystkich gatunków piw dokonane w teście kontrolnym wyniosły $M = 75,79$ mm ($SEM = 3,25$, gdzie: SEM – błąd standardowy średniej) i okazały się istotnie wyższe, niż średnie oceny wszystkich piw dokonane w otwartym teście, które wyniosły $M = 66,35$ mm ($SEM = 3,19$); $F(1, 16) = 11,53$, gdzie F – wartość testu analizy wariancji; $p = 0,004$, gdzie p – poziom istotności statystycznej.

W obu testach (kontrolnym i otwartym) potraktowanych łącznie ujawniły się niezależne od ocenianego parametru różnice preferencji poszczególnych gatunków piw $F(4, 13) = 7,07$ $p = 0,003$. Jako najbardziej lubiane oceniono piwo „Gniewosz Ciemne” (W). Średnia ocena jego wszystkich parametrów w obu testach wyniosła $M = 96,01$ mm ($SEM = 5,92$) i była na poziomie $p < 0,05$ istotnie wyższa od ocen wszystkich pozostałych piw. Najniżej oceniono piwo „Gniewosz Koźlak” (Cz) $M =$

55,61 mm (SEM = 4,51). Jego ocena nie różniła się jednak istotnie od piw „Gniewosz Koźlak” (W) i „Noteckie Eire” (Cz), ale była istotnie niższa na poziomie $p < 0,05$ od obydwu piw „Gniewosz Ciemne” (rys. 1).

Tabela 1

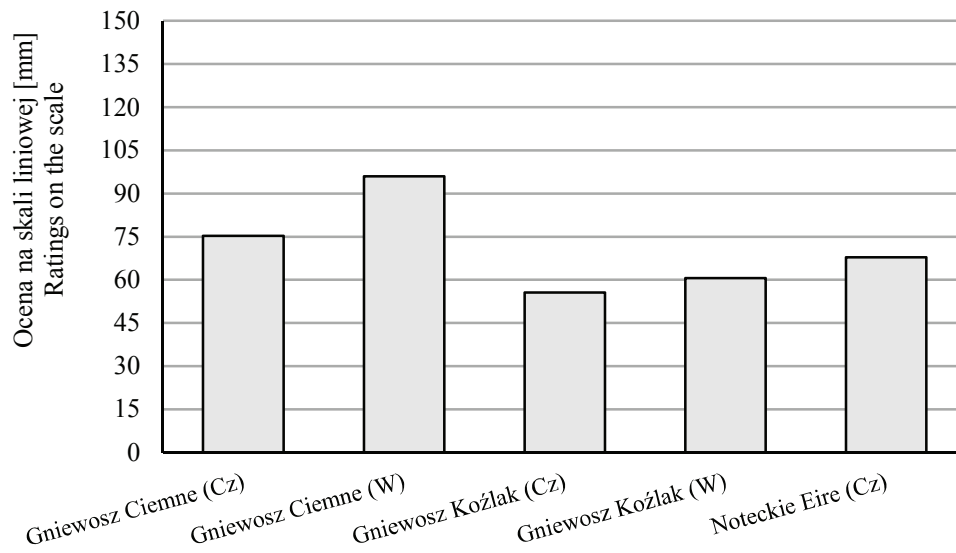
Statystyki opisowe ocen poszczególnych parametrów piw tradycyjnych.

Descriptive statistics for ratings of individual parameters of traditional beers.

Marka piwa i rodzaj testu Beer's brand and test type		Cechy piwa / Beer's attributes								
		Zapach Aroma			Smak Flavour			Goryczka Bitterness		
		n	$\bar{x}$	s / SD	n	$\bar{x}$	s / SD	n	$\bar{x}$	s / SD
Gniewosz Ciemne (Cz)	test kontrolny control test	18	82,7	39,65	18	76,3	50,52	18	76,8	45,45
	test otwarty open test	18	64,8	35,91	17	72,1	43,40	18	66,9	41,54
Gniewosz Ciemne (W)	test kontrolny control test	18	62,4	48,40	18	106,8	46,66	18	112,8	30,14
	test otwarty open test	18	74,6	41,77	17	114,9	30,63	18	110,3	32,61
Gniewosz Koźlak (Cz)	test kontrolny control test	18	80,1	40,38	18	61,5	43,23	18	58,9	38,18
	test otwarty open test	18	56,5	37,43	18	37,7	42,12	18	36,6	33,47
Gniewosz Koźlak (W)	test kontrolny control test	18	82,3	49,17	18	56,6	41,91	18	51,5	36,28
	test otwarty open test	18	89,4	46,46	18	48,9	37,65	18	37,4	30,51
Noteckie Eire (Cz)	test kontrolny control test	18	87,1	37,46	18	74,9	41,53	18	78,2	32,92
	test otwarty open test	18	53,6	36,50	17	56,1	32,84	18	65,1	35,43

Źródło: badania własne / Source: the authors' own studies

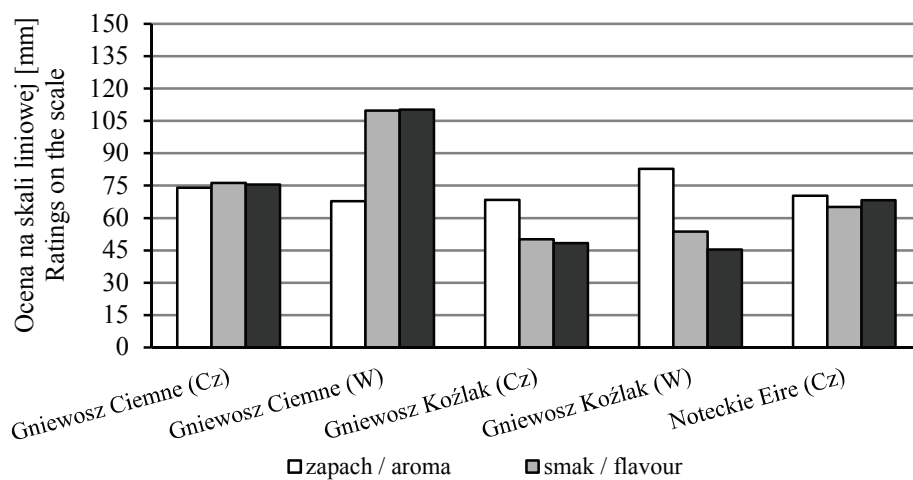
Cz – Czarnków, W – Witnica, $\bar{x}$ – wartość średnia / mean value, n – wielkość próby, s – odchylenie standardowe / SD – standard deviation.



Rys. 1. Średnie oceny poszczególnych rodzajów piw.

Fig. 1. Mean ratings for individual types of beers.

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



Rys. 2. Wpływ parametru na ocenę preferencji wybranych piw.

Fig. 2. Effect of parameter on preference rating of selected beers.

Źródło: badania własne / the authors' own studies.

Zarówno w pierwszym, jak i drugim teście stwierdzono systematyczne korelacje ocen preferencji smaku i goryczki tych samych piw. W teście kontrolnym cztery z pięciu tych korelacji były istotne na poziomie $p < 0,05$. Współczynnik r Pearsona tych korelacji wyniósł od 0,55 do 0,75. W otwartym teście wszystkie pięć korelacji ocen preferencji smaku i goryczki okazało się istotne na poziomie $p < 0,05$. Współczynnik r Pearsona tych korelacji wyniósł od 0,49 do 0,77.

Analizy nie ujawniły wpływu znajomości marki oraz opakowania na ocenę piw. Może to wynikać ze stosunkowo krótkiego odstępu między panelami, jak również z niskiej znajomości marek smakowanych piw. Jeśli marka nie jest w wyrazisty sposób spozycjonowana oraz wsparta działaniami marketingowo-reklamowymi, widok jej etykiety oraz opakowanie budzi w każdym zindywidualizowane skojarzenia.

Wnioski

1. Podstawowym czynnikiem wyboru piw ciemnych przez badane osoby był smak. Goryczka została potraktowana jako specyficzny wyróżnik ogólnej smakowitości, a smak słodki jako podstawowy czynnik wyboru piwa ciemnego.
2. Zapach, który jest ważnym wyróżnikiem oceny sensorycznej piwa miał mniejsze znaczenie w wyznaczaniu ogólnej preferencji badanych niż smak i goryczka.
3. Badania nie ujawniły wpływu wyglądu opakowania na oceny preferencji wybranych piw. Prawdopodobne znaczenie mógł mieć niszowy charakter piw ciemnych na polskim rynku i tym samym brak znajomości badanych marek przez konsumentki.
4. Spośród ocenianych piw najbardziej preferowanym w obu testach (kontrolnym i otwartym) okazało się piwo produkowane w browarze w Witnicy na zlecenie firmy „Browar Gontyniec”, sprzedawane pod marką „Gniewosz Ciemne”. Było ono piwem najśłodszy, o najmniej wyczuwalnej nucie goryczki.
5. Przeprowadzone badania wskazują, że ciemne piwa tradycyjne mogą stać się atrakcyjnym napojem niskoalkoholowym dla młodych kobiet z uwagi na wyjątkową smakowitość, determinowaną słodkim smakiem.

Praca badawcza realizowana w ramach projektu systemowego „InnoDoktorant – stypendia dla doktorantów, III edycja”. Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Społecznego (Program Operacyjny Kapitał Ludzki, Priorytet VIII, Działanie 8.2, Poddziałanie 8.2.2: „Regionalne Strategie Innowacji”).

This research project was carried out within the frame of the system project “InnoDoktorand – Scholarships for PhD students, 3rd edition”. It was co-financed by the European Union from the European Social Fund (Operational Programme – Human Capital, Priority 8, Activity 8.2, Sub-activity 8.2.2: ‘Regional Innovation Strategy’).

Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I.: Sensoryczne badania żywności. Podstawy – metody – zastosowania. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2009.
- [2] Bruner J.S.: Poza dostarczone informacje: studia z psychologii poznawania. PWN, Warszawa 1978.
- [3] Dąbrowska A., Kabacińska A., Jakimowicz D.: Piwo na polskim rynku – preferencje wśród młodych ludzi. W: J. Kall, B. Sojkin (red.): Zarządzanie produktem – wyzwania przyszłości. Wyd. AE w Poznaniu, Poznań 2006, ss. 339-346.
- [4] Caporale G., Monteleone E.: Influence of information about manufacturing process on beer acceptability. Food Qual. Pref., 2004, **15**, 271-278.
- [5] Choldrych M.: Szkolenie uczestników panelu degustacyjnego przy zastosowaniu nowoczesnych metod szkoleniowych. Przem. Ferm. Owoc.-Warz., 2009, **10**, 30-31.
- [6] Domaretskyi W.A.: Tekhnologia solodu ta pywa. INKOS, Kyiw 2003.
- [7] Eslinger H.M.: Handbook of brewing Processes, Technology, Markets. Wiley-VCH, Weinheim 2009.
- [8] Gawęcki J., Twardowska M., Łoboda D.: Zwyczaje młodzieży akademickiej dotyczące spożywania napojów - badania wstępne. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **4 (65)**, 204-210.
- [9] Johansen B.S., Næs T., Øyaas J., Hersleth M.: Acceptance of calorie-reduced yoghurt: Effects of sensory characteristics and product information. Food Qual. Pref., 2010, **21**, 13-21.
- [10] Karczmarek T.: Księga piw i browarów polskich. Wyd. BC, Warszawa 1994.
- [11] Kunze W.: Technologia piwa i słodu. Wyd. Piwochmiel, Warszawa 1999.
- [12] Meyers-Levy J., Tybout A.M.: Schema congruity as a basis for product evaluation. J. Consumer Res., 1989, **16**, 39-54.
- [13] Pohjanheimo T., Sandell M.: Explaining the liking for drinking yoghurt: The role of sensory quality, food choice motives, health concern and product information. Int. Dairy J., 2009, **19**, 459-466.
- [14] Sujan M.: Consumer knowledge: Effect on evaluation strategies mediating consumer judgements. J. Consumer Res., 1985, **12**, 31-46.
- [15] Śmiechowska M., Wawszczak S.: Piwo jako produkt regionalny Wielkopolski. W: Zarządzanie produktem w warunkach globalizacji gospodarki. Red. J. Kall i B. Sojkin. Wyd. AE w Poznaniu, Poznań 2004, ss. 257-264.
- [16] Wawszczak S., Śmiechowska M.: Zachowania młodych konsumentów na rynku piwa tradycyjnego – wybrane rodzaje piwa tradycyjnego w ocenie sensorycznej młodych konsumentów. Zesz. Nauk. UE w Poznaniu, Towaroznawstwo żywności w zapewnieniu potrzeb konsumenta, Poznań, 2011 (w druku).
- [17] Żakowska-Biemas S., Kuc K.: Żywność tradycyjna i regionalna w opinii i zachowaniach polskich konsumentów. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **3 (64)**, 105-114.

ATTEMPT TO IDENTIFY FACTORS IMPACTING PREFERENCES OF YOUNG WOMEN FOR TRADITIONALLY PRODUCED DARK BEER

S u m m a r y

The objective of the research was to identify factors impacting the preferences of young women for traditionally produced dark beer. Traditional dark beers produced in Polish breweries were sensory assessed. A non-structured linear scale (a variant of Likert scale) was used to perform the assessment. The research results showed that the sweet taste was the most important factor deciding that young women

selected dark beers. The consumer tests proved that the majority of young women did not accept bitter-tasting beers. The beer's aroma did not affect the choice of beer. The research results did not show any impact of beer packaging on the choice either. The research performed proved that traditional dark beer could become an attractive low-alcohol beverage for young women owing to its exceptional tastiness attributed to its sweet taste.

Key words: dark beers, sensory assessment, lager, consumer rating 

ROBERT GAJDA, MARZENA JEŻEWSKA-ZYCHOWICZ

SYSTEM HACCP W GASTRONOMII – WIEDZA PRACOWNIKÓW O IMPLEMENTACJI JEGO ZASAD NA PRZYKŁADZIE REGIONU ŚWIĘTOKRZYSKIEGO

Streszczenie

Przedmiotem badań była ocena wiedzy pracowników gastronomii bazy noclegowej w województwie świętokrzyskim o stanie implementacji wybranych wymagań systemu HACCP w ich zakładzie pracy. Badania empiryczne zrealizowano metodą wywiadu kwestionariuszowego na przełomie 2009 i 2010 roku wśród losowo wybranych osób reprezentujących 54 obiekty noclegowe. W badaniu wzięło udział 3 - 4 pracowników z każdego obiektu. Badaną populację stanowiło 180 pracowników reprezentujących 3 grupy zawodowe, tj. kadrę kierowniczą/zarządzającą, kelnerów lub barmanów oraz pracowników zaplecza produkcyjnego. Mniej niż połowa pracowników deklarowała znajomość zasad systemu HACCP, przy czym statystycznie istotnie więcej mężczyzn niż kobiet oraz najwięcej pracowników na stanowisku menedżera/kierownika. Ponad 60 % badanych pracowników gastronomii bazy noclegowej wiedziało o wdrożonym systemie HACCP w ich zakładach pracy, przy czym statystycznie istotnie więcej pracowników na stanowisku kierowniczym niż pracowników bezpośredniej sprzedaży usług gastronomicznych i zaplecza produkcyjnego. Ponad 80 % pracowników świadomych wdrożenia systemu HACCP w ich zakładzie pracy potwierdziło istnienie Księgi (Planu) HACCP oraz deklarowało, że prowadzony jest monitoring CCP. Najmniejszy odsetek respondentów wiedział o formalnym powołaniu zakładowego zespołu ds. HACCP.

Słowa kluczowe: system HACCP, wiedza pracowników, gastronomia

Wprowadzenie

Implementacja systemu HACCP, zwłaszcza w małych i średnich przedsiębiorstwach, wywołuje coraz więcej dyskusji ze względu na jego mniejszą niż oczekiwana skuteczność [1, 20, 21]. Przyczyną niesatysfakcjonującej skuteczności tego systemu są przede wszystkim bariery występujące w trakcie jego implementacji, m.in. związane ze szkoleniem pracowników, planowaniem, wiedzą i kompetencjami, dokumentacją, zasobami oraz zarządzaniem [2, 7, 8, 13]. Sukces w implementacji systemu HACCP

Mgr inż. R. Gajda, dr hab. M. Jeżewska-Zychowicz, prof. SGGW, Katedra Organizacji i Ekonomiki Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa

zależy od umiejętności poradzenia sobie z barierami organizacyjnymi i technicznymi oraz związanymi z zarządzaniem [20]. Jest to zwłaszcza trudne przedsięwzięcie w przypadku małych przedsiębiorstw, do których należy znaczna część zakładów gastronomicznych, m.in. ze względu na ograniczone środki finansowe oraz umiejętności zarządzania. Właściciele i osoby zarządzające tymi zakładami często nie są dostatecznie przekonani o efektywności tego systemu [22], mają także niedostateczną wiedzę z zakresu bezpieczeństwa żywności, co nie pozwala im na prowadzenie szkoleń pracowników. Istotną barierą w implementacji systemu HACCP w gastronomii jest jego specyfika, która znacznie utrudnia monitorowanie i kontrolowanie działalności. Struktura i zróżnicowanie działalności gastronomicznej, ze względu na lokalizację, wielkość, typ serwowanej żywności itp., jest czynnikiem decydującym o odmienności tej działalności w stosunku do innych małych przedsiębiorstw reprezentujących przetwórstwo żywności i jednocześnie utrudniającym implementację HACCP [24].

Podczas wdrażania systemu HACCP w zakładach gastronomicznych najwięcej trudności związanych jest z personelem, który trudno przekonać do systemu i nauczyć odpowiednich zachowań [18]. Osoby zatrudnione w zakładach gastronomicznych często nie mają podstawowej wiedzy z zakresu higieny żywności, a także nie znają zasad systemu HACCP [3, 4, 16]. Niedostrzeganie przez pracowników problemów w dotychczasowej działalności zakładu jest istotną barierą utrudniającą zmianę przyzwyczajeń i uczenie się nowych procedur. Ponadto wiele osób uważa, że system HACCP jest niezrozumiały i trudny do realizacji w praktyce [1, 3, 20]. Brak wiedzy personelu, a dodatkowo, jak wskazują Fuks i wsp. [5], wyraźna różnica między wiedzą teoretyczną w zakresie higieny a praktycznym postępowaniem wskazują na konieczność prowadzenia szkoleń w celu zwiększenia świadomości pracowników w zakresie higieny, a także poprawy bezpieczeństwa produktów wytwarzanych w gastronomii [5]. Dlatego też każdy operator żywności zobowiązany jest z mocy prawa do organizowania i prowadzenia systematycznych szkoleń wszystkich pracowników, w ramach bezpieczeństwa zdrowotnego żywności, w tym m.in. z zakresu zasad higieny żywności i systemu HACCP w takim stopniu, jaki jest niezbędny do prawidłowego wykonywania obowiązków zawodowych na każdym stanowisku pracy. Szkolenia powinny nie tylko wyjaśnić pracownikom niezbędne pojęcia, zasady i istotę systemu HACCP, ale także motywować i przekonywać do zdobywania umiejętności [17, 19, 25]. Wzrost wiedzy z zakresu systemu HACCP jest efektem odpowiedniego i dostosowanego do potrzeb przeszkolenia poszczególnych grup pracowników różnego szczebla. Szkolenia powinny być skierowane przede wszystkim do:

- członków zespołów ds. HACCP i osób odpowiedzialnych za praktyczne wdrażanie systemu,

- przedstawicieli głównego kierownictwa zakładów i kadry średniego nadzoru technicznego niebiorących bezpośredniego udziału we wdrażaniu systemu HACCP, ale kierujących realizacją zadań w zakładzie,
- członków załóg pracujących na podstawowych stanowiskach pracy [19].

Z badań Gajdy i Jeżewskiej-Zychowicz [6], zrealizowanych w roku 2009 r., wynika, że 62,8 % pracowników gastronomii bazy noclegowej w woj. świętokrzyskim deklaroowało ukończenie specjalistycznego szkolenia, kursu lub zajęć w ramach kształcenia zawodowego z zakresu bezpieczeństwa zdrowotnego żywności (przede wszystkim z zakresu systemu HACCP). Pracownicy gastronomii obiektów noclegowych, informując o uczestnictwie w różnych formach doskonalenia zawodowego w ramach bezpieczeństwa zdrowotnego żywności, wskazywali przede wszystkim szkolenia prowadzone na terenie zakładów pracy.

Z badań Mokrosińskiej i wsp. [9], zrealizowanych w 2009 r. na terenie Łodzi i Pabianic, wynika, że 43,8 % poddanych ocenie zakładów gastronomicznych deklaroowało wdrożenie i utrzymanie systemu HACCP, a 35,4 % zakładów było w trakcie jego wdrażania, co stanowi łączne 79,2 % wszystkich poddanych ocenie zakładów gastronomicznych. Pomimo stosunkowo wysokiego wskaźnika implementacji systemu HACCP w gastronomii oraz szkoleń dotyczących omawianego systemu, odsetek pracowników mających zadowalającą wiedzę na temat wdrożonych zasad systemu HACCP przez ich zakład pracy jest zbyt niski [12].

Celem pracy była ocena wiedzy pracowników gastronomii bazy noclegowej w województwie świętokrzyskim dotyczącej stanu implementacji wybranych wymagań systemu HACCP w ich zakładzie pracy. Ocena ta posłuży oszacowaniu potencjalnych trudności związanych z wprowadzaniem i utrzymaniem systemu HACCP.

Materiał i metody badań

Badanie empiryczne zrealizowano metodą wywiadu kwestionariuszowego przeprowadzonego wśród pracowników jednostek gastronomicznych bazy noclegowej w województwie świętokrzyskim. Jednostki gastronomiczne reprezentowane były przez 54 obiekty noclegowe, w tym 37 hoteli, 9 zajazdów, 2 gospodarstwa agroturystyczne, 2 motele, 2 pensjonaty oraz 2 ośrodki wypoczynkowe. Próbkę do badań dobrano poprzez losowanie dwuwarstwowe. Początkowo wylosowano 60 obiektów noclegowych województwa świętokrzyskiego z bazy noclegowej Urzędu Miasta Kielce, z czego wykonano badania w 54 obiektach, w tym w 24 obiektach w Kielcach i w 30 obiektach w powiatach województwa świętokrzyskiego. Następnie przeprowadzono badania wśród 3 - 4 pracowników reprezentujących 3 grupy zawodowe w każdym z tych obiektów, w tym wśród przedstawicieli kadry kierowniczej/zarządzającej, kelnerów lub barmanów oraz pracowników zaplecza produkcyjnego. Przed rozpoczęciem wywiadu pracownicy zostali poinformowani o celu przeprowadzonego badania.

Badania zrealizowano w okresie od listopada 2009 do stycznia 2010 r., w grupie 180 pracowników, reprezentujących stanowisko menadżera/kierownika lokalu lub kierownika sali (40 osób), kelnera lub barmana (71 osób), pracownika zaplecza produkcyjnego (69 osób). Badaną populację stanowiło 91 kobiet i 89 mężczyzn; 62 osoby reprezentowały grupę wiekową poniżej 26 lat, 57 osób było w wieku 26 - 35 lat oraz 61 osób w wieku powyżej 35 lat; 34 osoby miały wykształcenie zawodowe lub niższe, 89 osób – wykształcenie średnie oraz 57 osób – wykształcenie wyższe.

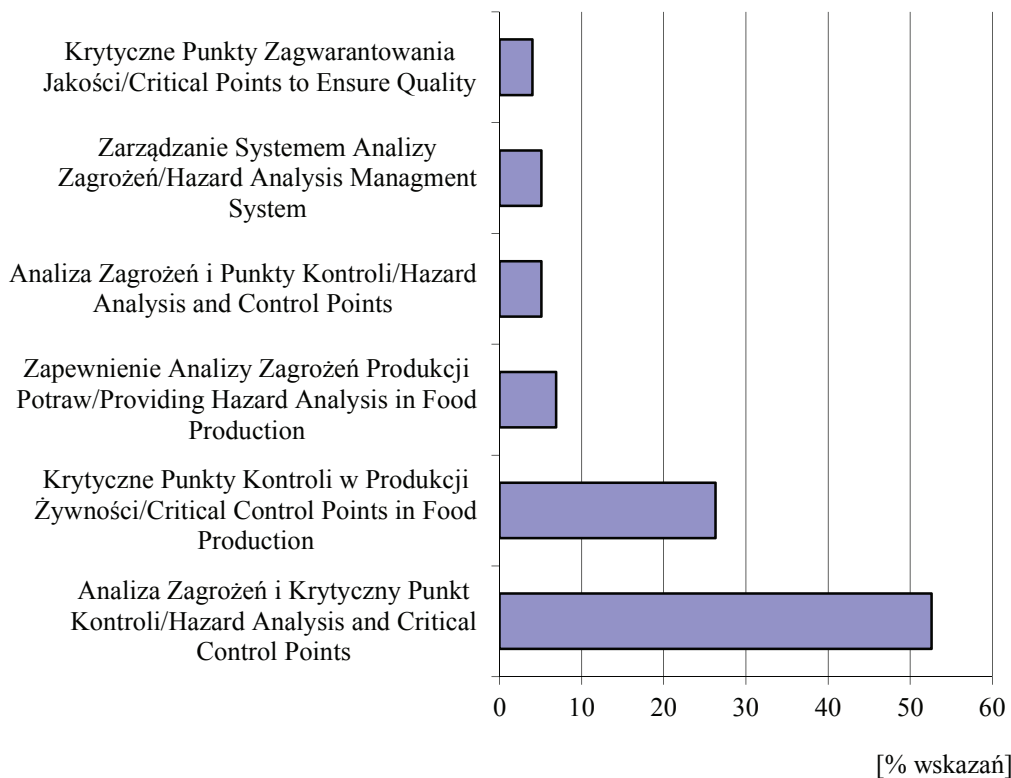
W badaniu wykorzystano autorski kwestionariusz wywiadu zawierający pytania zamknięte, półotwarte oraz otwarte. Zagadnienia uwzględnione w kwestionariuszu dotyczyły znajomości zasad systemu HACCP, realizacji szkoleń z zakresu tego systemu, wiedzy o wdrożeniu zasad HACCP w praktykę produkcyjną oraz posiadaniu dokumentacji systemu HACCP w zakładzie pracy.

W ramach analizy statystycznej wykorzystano analizę częstości, tabele krzyżowe oraz test χ^2 do badania istotności różnic między zmiennymi. Wykorzystano pakiet statystyczny SPSS 14. PL for Windows.

Wyniki i dyskusja

Ponad połowa badanych osób potrafiła rozwinąć skrót HACCP w języku polskim (rys. 1). Wraz ze wzrostem wykształcenia badanych wzrastał odsetek poprawnych odpowiedzi (67,9 % pracowników z wykształceniem licencjackim lub wyższym, 49,4 % pracowników z wykształceniem średnim oraz 35,3 % pracowników z wykształceniem zasadniczym zawodowym lub niższym). Największą znajomością polskiej nazwy systemu HACCP wykazali się pracownicy na stanowisku menadżera/kierownika (71,8 %), następnie pracownicy na stanowisku kelnera lub barmana (48,5 %), najmniejszą zaś pracownicy zaplecza produkcyjnego (45,6 %).

Mniej niż połowa badanej populacji deklarowała znajomość zasad systemu HACCP, przy czym statystycznie istotnie więcej mężczyzn (53,9 %) niż kobiet (39,6 %) poinformowało o znajomości tych zasad (χ^2 , $p < 0,05$). Istotnie statystycznie zależności stwierdzono także po uwzględnieniu wieku i wykonywanego zawodu. Największy odsetek osób deklaruujących znajomość zasad systemu HACCP stanowili przedstawiciele grupy wiekowej 26 - 35 lat (64,9 %), następnie osoby w wieku powyżej 35 lat (45,9 %), natomiast takie wskazania dotyczyły jedynie ok. 30 % pracowników w wieku poniżej 26 lat. Prawie 73 % pracowników zatrudnionych na stanowisku menadżera/kierownika deklarowała znajomość zasad systemu HACCP, podczas gdy mniej niż połowa osób pracujących jako kelner lub barman oraz ok. 30 % pracowników zaplecza produkcyjnego formułowało takie opinie (tab. 1).



Rys. 1. Struktura badanych z uwzględnieniem sposobu tłumaczenia pojęcia HACCP na język polski [%]
 Fig. 1. Respondents' structure based on the method of translating HACCP terms into Polish [%]

Niewiele ponad 60 % ogółu badanych pracowników gastronomii bazy noclegowej poinformowało o wdrożeniu systemu HACCP w ich zakładach pracy. Wykazano statystycznie istotną zależność pomiędzy wykonywanym zawodem a wiedzą o implementacji systemu HACCP w zakładzie pracy. Statystycznie istotnie więcej pracowników będących na stanowisku kierowniczym (77,5 %) niż pracowników na stanowisku kelner/barman (67,6 %) lub na stanowisku pracownika zaplecza produkcyjnego (49,3 %) wiedziało o wdrożeniu omawianego systemu w zakładzie, w którym byli zatrudnieni. Oznacza to, że wśród pracowników zaplecza produkcyjnego, których omawiany system dotyczył w stopniu największym, najmniej osób wiedziało o wdrożonym systemie HACCP (tab. 2).

Tabela 1

Struktura badanych z uwzględnieniem ich deklaracji o znajomości zasad systemu HACCP [%].
Respondents' structure based on their declaration to be acquainted with HACCP rules [%].

Wyszczególnienie Specification		Opinie / Opinions:		
		Znam zasady system HACCP I am acquainted with HACCP rules	Nie znam zasad system HACCP I am not acquainted with HACCP rules	Brak odpowiedzi No answer
Ogółem Total		46,7	51,7	1,6
Płeć* Gender	kobieta /female	39,6	57,1	3,3
	mężczyzna / male	53,9	46,1	0,0
Wiek* Age	poniżej 26 lat / less than 26 years	30,6	67,8	1,6
	26 - 35 lat / 26 - 35 years	64,9	33,3	1,8
	powyżej 35 lat / more than 35 years	45,9	52,5	1,6
Wykonywany zawód* Practised occupation	manager, kierownik lokalu, kierownik sali / manager	72,5	27,5	0,0
	kelner, barman / waiter, barman	45,1	53,5	1,4
	pracownik zaplecza produkcyjnego / worker in production area	33,3	63,8	2,9

* – różnice statystycznie istotne między zmiennymi (χ^2 , $p < 0,05$)

Tabela 2

Struktura badanych z uwzględnieniem ich opinii o implementacji systemu HACCP w zakładzie pracy [%].
Respondents' structure based on their opinions on implementation of HACCP system in workplace [%].

Wyszczególnienie Specification	Ogółem Total	Wykonywany zawód / Practised occupation ($p = 0,02$)		
		manager kierownik lokalu, sali manager	kelner lub barman waiter or barman	pracownik zaplecza produkcyjnego worker in production area
System HACCP został wdrożony HACCP system has been implemented	62,7	77,5	67,6	49,3
System HACCP nie został wdrożony System HACCP has not been implemented	11,7	12,5	8,5	14,5
Nie wiem I do not know	25,6	10,0	23,9	36,2

Z badań Robbinsa i McSwane [14] wynika, że ta grupa pracowników nie czytała instrukcji, które przekazywane były podczas szkoleń, tłumacząc takie zachowania brakiem czasu. Niektórzy spośród nich domagali się dodatkowej zapłaty za zapoznanie się z treścią instrukcji. Brak zainteresowania pracowników zaplecza produkcyjnego

pogłębianiem wiedzy z zakresu bezpieczeństwa żywności oraz negatywną postawę względem szkoleń z tego zakresu wykazano także w innych badaniach [7]. Inną przyczynę braku wiedzy o wdrożeniu systemu HACCP w zakładzie pracy może stanowić mała liczba pracowników zatrudnionych w zakładzie i zbyt duża ich rotacja, co w konsekwencji wpływa na ich wiedzę o wdrożonym systemie HACCP, ale także na systematyczność szkoleń z zakresu bezpieczeństwa [7, 14, 25].

Duża rotacja pracowników zaplecza produkcyjnego skutkuje ich niewielkim zaangażowaniem w sprawy jakości, niską motywacją do przestrzegania obowiązujących procedur i brakiem przywiązania do zakładu [15]. Także kadra zarządzająca zakładami gastronomicznymi informowała o braku czasu na doszkalanie się, a co się z tym łączy również o niedostatecznych kompetencjach z zakresu higieny i bezpieczeństwa [26]. Z przeprowadzonych badań wynika natomiast, że stosunkowo wysoki odsetek pracowników będących na stanowisku kierowniczym miał wiedzę na temat implementacji systemu HACCP, co wynika przede wszystkim z pełnionych przez te osoby funkcji oraz odpowiedzialności, jaką przyjęli ci pracownicy w związku z wdrożeniem systemu HACCP. Jak wynika z badań Mokrosińskiej i wsp. [9], za wdrożenie systemu HACCP w zakładach gastronomicznych odpowiedzialni byli przede wszystkim ich właściciele (31,5 % zakładów), następnie osoby pracujące na stanowisku kierowniczym (21,1 % zakładów) oraz szefowie kuchni (13,2 % zakładów).

Wśród osób informujących o wdrożeniu systemu HACCP w ich zakładzie pracy ponad 80 % pracowników informowało o istnieniu Księgi (Planu) HACCP (tab. 3), przy czym wśród tych osób tylko 78,8 % deklarowało, że widziało tę księgę.

Ponad 60 % uczestników badania, potwierdzających wdrożenie systemu HACCP, poinformowało o szkoleniach prowadzonych w ich zakładach pracy z zakresu systemu HACCP (61,9 % deklaracji) (tab. 3). Z innych badań wynika, że osoby zarządzające działalnością gastronomiczną odczuwały potrzeby związane z prowadzeniem szkoleń dotyczących systemu HACCP [9, 26], ale ich realizacja była niezadowalająca. Z badań Mokrosińskiej i wsp. [9] wynika, że zaledwie 22,9 % zakładów potwierdziło planowanie i realizację szkoleń dotyczących tematyki HACCP.

Ponad 80 % pracowników deklarowało, że w ich zakładach pracy prowadzony jest monitoring krytycznych punktów kontrolnych (CCP). Blisko 70 % respondentów uważało, że w ich zakładach pracy wyznaczone są krytyczne punkty kontrolne (CCP), prowadzone są zapisy i rejestry parametrów (limitów krytycznych) w krytycznych punktach kontrolnych (CCP) oraz prowadzona jest weryfikacja systemu HACCP. Z badań innych autorów wynika, że pracownicy znali krytyczne punkty kontrolne (CCP) i byli w stanie wskazać miejsca, etapy lub procesy technologiczne, w których te punkty powinny się znajdować. Dyskusyjna natomiast jest zasadność wskazywania przez pracowników niektórych miejsc/etapów/procesów jako CCP, świadcząca o niezrozumieniu do końca ich roli i znaczenia dla gwarantowania bezpieczeństwa

Tabela 3

Struktura badanych z uwzględnieniem ich opinii o implementacji wybranych etapów systemu HACCP i prowadzonych szkoleniach w ich zakładzie pracy [%].

Respondents' structure based on their opinions on implementation of selected HACCP system stages and on training provided in their workplace [%].

Wybrane etapy systemu HACCP i szkolenia Selected stages of HACCP system and training	Zaimplementowany Implemented		
	tak yes	nie no	nie wiem I do not know
Mój zakład posiada Księgę/Plan HACCP My company has a HACCP Book/Plan	84,1	6,2	9,7
W moim zakładzie pracy powołany jest zakładowy zespół ds. HACCP HACCP team has been appointed in my workplace	55,7	19,5	24,8
W moim zakładzie pracy wyznaczone są Krytyczne Punkty Kontrolne (CCP) In my workplace, Critical Control Points (CCP) have been identified	71,6	8,0	20,4
Znam parametry wdrożone w ramach systemu HACCP w moim zakładzie pracy I know the parameters implemented within the framework of HACCP system in my workplace	58,4	13,3	28,3
W moim zakładzie pracy Krytyczne Punkty Kontrolne są monitorowane Critical Control Points are monitored in my workplace	81,4	4,4	14,2
W moim zakładzie pracy prowadzone są zapisy/rejestry parametrów w CCP In my workplace, CCP parameters have been recorded and maintained	70,8	5,3	23,9
W moim zakładzie pracy prowadzona jest weryfikacja systemu HACCP In my workplace, HACCP system verification procedures have been established and executed	70,8	8,8	20,4
W moim zakładzie pracy prowadzone są szkolenia z zakresu systemu HACCP In my workplace, employees have been provided with the HACCP system training	61,9	31,0	7,1

serwowanych potraw [9]. W kontekście przytaczanych wyników na uwagę zasługują badania Nowickiego i Sikory [10], z których wynika, że pomimo znajomości krytycznych punktów kontrolnych (CCP) przez pracowników gastronomii, pracownicy ci uznali monitorowanie CCP za najmniej istotny czynnik wpływający na poprawę higieny i zwiększenie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności. Pomimo dużej wiedzy o prowadzeniu zapisów parametrów krytycznych w zakładzie pracy, znajomość parametrów wdrożonych w ramach systemu HACCP deklarowała tylko około połowa pracowników. Najmniejszy odsetek respondentów miał wiedzę na temat formalnego powołania zakładowego zespołu ds. HACCP (tab. 3).

Tabela 4

Struktura badanych z uwzględnieniem ich opinii o implementacji wybranych etapów systemu HACCP oraz charakterystyki społeczno-demograficznej [%].

Respondents' structure based on their opinions on implementation of selected HACCP system stages, as well as on socio-demographic characteristics [%].

Wybrane etapy systemu HACCP Selected stages of HACCP system		Zaimplementowany Implemented	
		tak yes	nie/nie wiem no/I do not know
Mój zakład posiada Księgę/Plan HACCP My company has a HACCP Book/Plan		84,1	15,9
Wykształcenie* Education	zasadnicze zawodowe lub niższe / lower than secondary	57,9	42,1
	średnie / secondary	87,7	12,3
	wyższe / higher	91,9	8,1
W moim zakładzie pracy powołany jest zakładowy zespół ds. HACCP HACCP team has been appointed in my workplace		55,8	44,2
Wiek* Age	poniżej 26 lat / less than 26 years	42,4	57,6
	26 - 35 lat / 26 - 35 years	71,4	28,6
	powyżej 35 lat / more than 35 years	50,0	50,0
W moim zakładzie pracy wyznaczone są Krytyczne Punkty Kontrolne (CCP) In my workplace, Critical Control Points (CCP) have been identified		71,7	28,3
Wykształcenie* Education	zasadnicze zawodowe lub niższe / lower than secondary	47,4	52,6
	średnie / secondary	73,7	26,3
	wyższe / higher	81,1	18,9
Znam parametry wdrożone w ramach systemu HACCP w moim zakładzie pracy I know the parameters implemented within the framework of HACCP system in my workplace		58,4	41,6
Wykonywany zawód* Practised occupation	manager/kierownik lokalu, sali / manager	74,2	25,8
	kelner, barman / waiter, barman	58,3	41,7
	pracownik zaplecza produkcyjnego / worker in production area	44,1	55,9
W moim zakładzie pracy Krytyczne Punkty Kontrolne są monitorowane Critical Control Points have been monitored in my workplace		81,4	18,6
Wykonywany zawód * Practised Occupation	manager/kierownik lokalu, sali / manager	96,8	3,2
	kelner, barman / waiter, barman	77,1	22,9
	pracownik zaplecza produkcyjnego / worker of production area	73,5	26,5
W moim zakładzie pracy prowadzone są zapisy/rejestry parametrów w CCP In my workplace, CCP parameters have been recorded and maintained		70,8	29,2
Wykształcenie* Education	zasadnicze zawodowe lub niższe / lower than secondary	47,4	52,6
	średnie / secondary	70,2	29,8
	wyższe / higher	83,8	16,2
W moim zakładzie pracy prowadzona jest weryfikacja systemu HACCP In my workplace, HACCP system verification procedures have been established and executed		70,8	29,2
Wykształcenie* Education	zasadnicze zawodowe lub niższe / lower than secondary	47,4	52,6
	średnie / secondary	73,7	26,3
	wyższe / higher	78,4	21,6

* – różnice statystycznie istotne między zmiennymi (χ^2 , $p < 0,05$)

Podczas analizy opinii badanych o zakresie implementacji zasad systemu HACCP w zakładach pracy wykazano statystycznie istotne różnice między tymi opiniami w grupach respondentów wyodrębnionych ze względu na charakterystykę społeczno-demograficzną (tab. 4). Statystycznie istotnie więcej pracowników będących na stanowisku menedżera/kierownika lokalu lub kierownika sali znało parametry (limity krytyczne) wdrożone w ramach systemu HACCP w ich zakładach pracy. W przypadku prowadzenia monitoringu CCP prawie 97 % pracowników na stanowiskach kierowniczych potwierdziło implementację tej zasady. Statystycznie istotnie mniej kelnerów (58,3 %) i barmanów (77,1 %) informowało o wprowadzeniu tych zasad systemu HACCP w zakładzie pracy. Wśród pracowników zaplecza produkcyjnego jedynie blisko połowa pracowników znała parametry (limity krytyczne) w ich zakładach pracy i prawie 75 % wiedziało o monitorowaniu CCP w ramach systemu HACCP. Statystycznie istotnie więcej pracowników w przedziale wiekowym 26 - 35 lat (71,4 %) wiedziało o powołaniu Zakładowego Zespołu ds. HACCP w ich zakładach pracy w porównaniu z pracownikami w wieku powyżej 35 lat oraz poniżej 26 lat. Wraz z wiekiem wzrastała liczba pracowników informujących o prowadzonych działaniach w ich zakładzie pracy w zakresie monitorowania CCP (tab. 4).

Najwięcej statystycznie istotnych zależności wykazano pomiędzy poziomem wykształcenia a wiedzą na temat implementacji wybranych zasad systemu HACCP tj. istnienia Księgi (Planu) HACCP, wyznaczonych CCP, prowadzonych zapisów w CCP oraz weryfikacji systemu HACCP. Ponad 75 % pracowników z wykształceniem wyższym deklaroowało wdrożenie wymienionych zasad systemu HACCP w zakładach pracy, które reprezentowali. Jedynie w przypadku wiedzy na temat posiadania przez zakład Księgi (Planu) HACCP, taki odsetek osób reprezentowali również pracownicy z wykształceniem średnim. Blisko 75 % pracowników z wykształceniem średnim wiedziało o pozostałych wymienionych zasadach systemu HACCP. W przypadku pracowników z wykształceniem zasadniczym zawodowym lub niższym jedynie około połowa badanych wiedziała o wdrożeniu wymienionych wcześniej zasad systemu HACCP (tab. 4).

Podsumowanie

Stosunkowo wysoki wskaźnik implementacji systemu HACCP w gastronomii oraz prowadzone szkolenia z zakresu bezpieczeństwa zdrowotnego żywności wśród pracowników gastronomii bazy noclegowej nie powinny być utożsamiane z poziomem świadomości pracowników związanej z implementacją systemu HACCP w zakładzie pracy i ich postępowaniem w trakcie wykonywania zadań w procesie produkcji zgodnie z zasadami systemu HACCP. W badaniu wykazano stosunkowo niską samoocenę znajomości zasad systemu HACCP wśród pracowników deklaruujących wdrożenie systemu w ich zakładzie pracy. Taka samoocena dotycząca znajomości zasad postępowania

nia zgodnych z systemem HACCP może mieć niekorzystny wpływ na postępowanie pracownika. Mimo że z jednej strony niska samoocena może motywować do udziału w organizowanych szkoleniach, to z drugiej strony może istotnie utrudniać wykorzystanie zdobytej w trakcie szkoleń wiedzy oraz umiejętności. W tej sytuacji wydaje się słuszne przeprowadzenie badań w kierunku oceny częstości i skuteczności szkoleń oraz analizy metod motywacji i nauczania pracowników, tak aby wyodrębnić model szkolenia zwiększający profesjonalizm wykonywanych zadań w procesie produkcji zgodnie z wymaganiami systemu HACCP.

Literatura

- [1] Azanza M.P.V., Zamora-Luna M.B.V.: Barriers of HACCP team members to guideline adherence. *Food Control*, 2005, **16** (1), 15-22.
- [2] Baş M., Yüksel M., Çavuşoğlu T.: Difficulties and barriers for the implementing of HACCP and food safety barriers in food businesses in Turkey. *Food Control*, 2007, **18**, 124-130.
- [3] Czarniecka-Skubina E.: Bezpieczeństwo żywności i żywienia w gastronomii. W: *Gastronomia w ofercie turystycznej regionu*. Red. Z. Dolatowski i D. Kołożyn-Krajewska, WSHiT, Częstochowa 2010, ss. 8-27.
- [4] Czarniecka-Skubina E., Skwierczyński S.: Examination of hygiene knowledge of personnel employed in hotel catering establishments. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **57**, 4(A), 95-99.
- [5] Fuks M.M., Sztejn J., Wiszniewska A.: Wiele zależy od ludzi. *Bezpieczeństwo i Higiena Żywności*, 2004, **15**, 4, 38-39.
- [6] Gajda R., Jeżewska-Zychowicz M.: Bezpieczeństwo zdrowotne żywności w opinii pracowników gastronomii bazy noclegowej w regionie świętokrzyskim – wybrane aspekty. W: *Gastronomia w ofercie turystycznej regionu*. Red. Z. Dolatowski i D. Kołożyn-Krajewska, WSHiT, Częstochowa 2010, ss. 159-178.
- [7] Griffith C.: Food safety in catering establishments. In: Farber J.M., Todd E.C.D. (eds) *Safe handling of foods*, Marcel Decker, New York 2000, pp. 235-256.
- [8] Jevšnik M., Hlebec V., Raspor P.: Meta-analysis as a tool for barriers identification during HACCP implementation to improve food safety. *Acta Alimentaria*, 2006, **35** (3), 319-353.
- [9] Mokrosińska K., Błaszczuk I., Malenta B., Krygier B.: Determinanty wdrożenia systemu HACCP w gastronomii. W: *Gastronomia w ofercie turystycznej regionu*. Red. Z. Dolatowski i D. Kołożyn-Krajewska, WSHiT, Częstochowa 2010, pp. 286-302.
- [10] Nowicki P., Sikora T.: Bezpieczeństwo i higiena żywności w opinii pracowników wybranej sieci barów bistro. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, **3** (64), 145-153.
- [11] Panisello P.J., Quantich P.C.: Technical barriers to Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). *Food Control*, 2001, **12** (3), 165-173.
- [12] Raport: Stan sanitarny województwa świętokrzyskiego w 2009 r. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Kielcach, 2009.
- [13] Raspor P.: Total food chain safety: how good practices can contribute? *Trends Food Sci. Technol.*, 2008, **19**, 405-412.
- [14] Robbins M., Mc Swane D.: Sanitation doesn't cost it pays: is it true and can we prove it? *J. Environ. Health*, 1994, **57**, 14-20.
- [15] Seamon P., Eves A.: The management of food safety – the role of food hygiene training in the UK service sector. *Hospitality Management*, 2006, **25**, 278-296.

- [16] Seaman P., Eves A.: Perceptions of hygiene training amongst food handlers, managers and training providers – A qualitative study. *Food Control*, 2010, **21**, 1037-1041.
- [17] Szponar L., Turlejska H., Pilzner U.: Organizacja kształcenia personelu bloków żywienia w szpitalach, W: Podstawy naukowe żywienia w szpitalach. Red. J. Dzieńszewski, L. Szponar, B. Szczygieł i J. Socha. Prace IŻŻ, Warszawa 2001.
- [18] Turlejska H.: System HACCP, trudne pytania – proste odpowiedzi. Poradnik dla przedsiębiorców zajmujących się obrotem żywnością. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2003, ss. 5-8.
- [19] Turlejska H., Pilzner U., Konecka-Matyjek E.: Szkolenie jako pierwszy krok do wdrożenia systemu HACCP. *Żyw. Człow. Met.*, 2004, **31**, Supl. 2, 263-272.
- [20] Tylor E., Kane K.: Reducing the burden of HACCP in SMEs. *Food Control*. 2005, **16** (10), 833-839.
- [21] Tylor E.A., Tylor J.Z.: Perceptions of the „bureautic nightmare” of HACCP. A case study. *Br. Food J.*, 2004, **106** (1), 65-72.
- [22] Tylor E.: HACCP in small companies: benefit or burden? *Food Control*, 2001, **12** (4), 217-222.
- [23] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. Dz. U. 2006 r. Nr 171, poz. 1225 z późn. zm.
- [24] Yi-Mei Sun, Ockerman H.W.: A review of the needs and current applications of hazard analysis and critical control point (HACCP) system in foodservice areas. *Food Control*, 2005, **16**, 325-332.
- [25] Wade J.A.: Hygiene for caterers – the perennial problem. *Hospitality Management*, 1998, **17**, 83-87.
- [26] Walker E., Pritchard C., Forsythe S.: Hazard analysis critical control point and prerequisite programme implementation in small and medium business. *Food Control*. 2003, **14**, 169-174.

HACCP SYSTEM IN FOOD SERVICE SECTOR – EMPLOYEES’ KNOWLEDGE OF IMPLEMENTATION OF ITS RULES EXEMPLIFIED BY ŚWIĘTOKRZYSKIE REGION

S u m m a r y

The objective of the survey was to evaluate the food service employees’ knowledge as regards the implementation level of some selected HACCP system requirements in their workplace. The employees surveyed were employed in the accommodation sector in the region of the Świętokrzyskie Province. The empirical research was performed based on a questionnaire survey on the turn of 2009-2011; the respondents were randomly selected employees representing 54 accommodation facilities, 3 or 4 employees from each facility. The population covered by the survey comprised 180 employees from 3 types of business functions, namely: management team, waiters or barmen, and workers from the production area. Less than half of employees declared to be acquainted with the rules of HACCP system; among them, the number of men was statistically substantially higher than of women, and the highest was the number of management employees: managers or junior managers/bosses. More than 60 % of the food service employees in the accommodation sector knew about the HACCP system implemented in their workplaces, and, among them, the number of the employees from the management staff was statistically significantly higher than the number of employees from the direct catering sales units and production units. More than 80 % of the employees who were aware that the HACCP system was implemented in their workplace confirmed the existence of the HACCP Book (Plan); they also declared to know that the Critical Control Points were monitored. The lowest percent of the respondents were those who knew that a HACCP team was formally appointed in their workplace.

Key words: HACCP system, employees’ knowledge, food service sector 

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA

INTERAKCJE SKŁADNIKÓW ŻYWNOŚCI

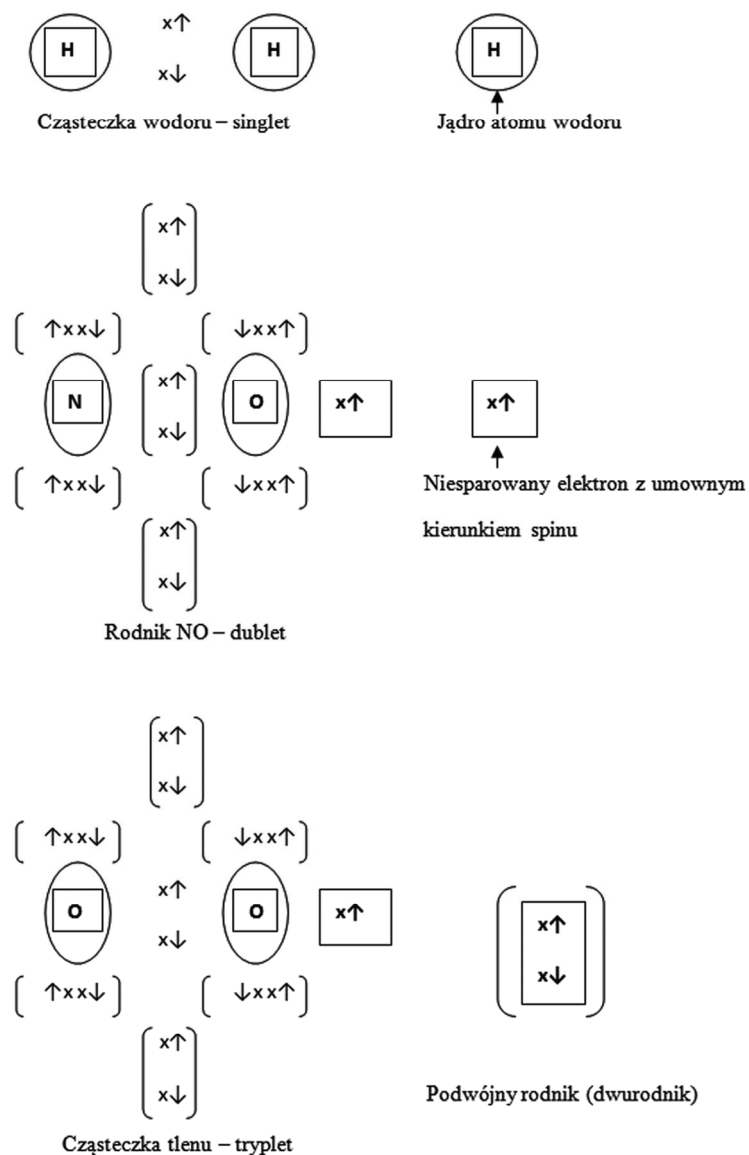
Prezentujemy 7. część cyklu nt.: „Interakcje składników żywności”. Druk materiałów z tego cyklu rozpoczęliśmy w Żywności nr 1 (74), 2011.

Pytanie: Jaka jest natura (wolnych) rodników?

Składniki żywności mogą wchodzić w interakcje dzięki tworzeniu wiązań kowalencyjnych (atomowych) i niekowalencyjnych, powstających za pomocą oddziaływań elektrostatycznych, wodorowych, van der Waalsa i hydrofobowych. Wiązania kowalencyjne mogą powstawać m.in. w reakcjach rodnikowych. Redukowanie nadmiaru wolnych rodników w organizmie człowieka jest jednym z elementów zachowania zdrowia, dlatego ważne jest poznanie ich struktury i funkcji. Rodnikami (dawniej wolnymi rodnikami) nazywa się atomy lub cząsteczki zawierające niesparowane elektrony, charakteryzujące się spinem elektronowym, czyli ruchem obrotowym elektronu wokół własnej osi różnym od zera. Atomy lub cząsteczki mające nieparzystą liczbę elektronów muszą mieć zawsze co najmniej jeden, a w przypadku cząsteczek z reguły tylko jeden elektron o niesparowanym spinie. Zdarza się, że cząsteczka zawiera dwa niesparowane elektrony. Przykładem takiej cząsteczki jest tlen O_2 . Cząsteczka tlenu w stanie nie pobudzonym nie ma niesparowanego elektronu. Taki stan nazywa się singletowym. Pobudzenie energetyczne cząsteczki tlenu powoduje, że pojawiają się w niej dwa niesparowane elektrony, a stan taki nazywa się trypletowym. Każdy niesparowany elektron dwurodnika może wytworzyć pojedyncze wiązanie chemiczne z niesparowanym elektronem normalnego rodnika, natomiast wytworzenie wiązania z innym dwurodnikiem jest raczej niemożliwe. Z tej przyczyny tlen w stanie trypletowym aktywnie wchodzi w reakcję z innymi rodnikami (rys. 1). Innym przykładem rodników są układy złożone z jąder i elektronów, niebędące elektrycznie obojętne, czyli jony nazywane kationorodnikami (np. kationorodnik benzenowy $C_6H_6^+$) lub anionorodnik (np. anionorodnik tlenowy O_2^-). Interakcje rodnikowe zachodzą z niezwykłą szybkością. Dla-

Prof. dr hab. H. Kostyra, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Oddział Nauki o Żywności, 10-747 Olsztyn, ul. Tuwima 10, prof. dr hab. E. Kostyra, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, 10-957 Olsztyn, ul. Oczapowskiego 7

tego powstaje kolejne pytanie o czas życia rodników. Zagadnienie to będzie przedmiotem następnego odcinka.



Rys. 1. Przykłady cząsteczek w stanie singletowym, dubletowym i trypletowym

*Opracowanie graficzne: mgr Mirosław Obrębski

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 31 grudnia 2011 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 8 grudnia 2011 r. w sprawie wykazu towarów, które podlegają granicznej kontroli sanitarnej (Dz. U. 2011 r. Nr 272, poz.1612).

Ustalono nowy wykaz towarów, które podlegają granicznej kontroli sanitarnej. Załącznik do rozporządzenia zawiera 75 towarów spożywczych objętych graniczną kontrolą sanitarną.

Wykaz towarów określony w załączniku do rozporządzenia nie obejmuje towarów, dla których przepisy prawa żywnościowego Unii Europejskiej określają szczególne warunki przywozu. ☒

NOWE KSIĄŻKI

Funkcjonowanie i doskonalenie systemów zarządzania jakością

Sikora T. (red.)

Wydawnictwo: Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, 2011,

ISBN 978-83-7252-551-2, stron 322, cena 47,30 zł.

Zamówienia: www.eksiegarnia.pl

Liczba organizacji, które wdrożyły system zarządzania jakością, np. według norm ISO serii 9000, jest znacząca, a wiedza o systemach zarządzania jakością wśród menedżerów jest już powszechna. Problemem, który obecnie występuje, jest funkcjonowanie i doskonalenie wdrożonych systemów zarządzania jakością. Podręcznik składa się z 10 rozdziałów, w których przedstawiono m.in. najczęściej stosowane, wybrane metody i narzędzia w utrzymywaniu i doskonaleniu systemów zarządzania jakością w organizacji. Omówiono m.in. audyt systemu zarządzania, nowe i stare narzędzia jakości, komputerowe wspomaganie systemów zarządzania jakością, zrównoważoną kartę wyników oraz rolę rachunku kosztów jakości i controllingu. W książce podjęto również problematykę dotyczącą barier wdrażania i funkcjonowania systemów zarządzania jakością oraz przedstawiono zagadnienia związane z badaniem satysfakcji klientów. Omówiono także dokumentację systemów zarządzania jakością. Autorzy pracy szczególną uwagę zwrócili na rolę kultury organizacyjnej w organizacji zarządzanej projakościowo.

Książka przeznaczona jest dla studentów i pracowników naukowych zwłaszcza uczelni ekonomicznych, rolniczych oraz praktyków gospodarczych.

Od norm żywieniowych do marketingu żywności

Gawęcki J., Roszkowski W. (red.)

Wydawnictwo: Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, 2011,

ISBN 978-83-7160-610-6, stron 134, cena 22,00 zł.

Zamówienia: <http://www.wydawnictwo.up-poznan.net>

Mnogość i dostępność, nierzadko sprzecznych informacji na temat tego: „co mamy jeść, a czego unikać?”, „co jest zdrowe i dla nas korzystne, a co przyczynia się do rozwoju chorób?”, „które produkty są lepsze od innych i dlaczego?” – w wielu umysłach

wywołuje chaos, podważa zaufanie do żywieniowców i utrudnia realizację prawidłowego żywienia. Są trzy główne przyczyny takiego stanu rzeczy: (1) odkrycia naukowe, które nieustannie weryfikują i poszerzają wiedzę o żywności, (2) nierzetelne działania producentów żywności, którzy dbają przede wszystkim o atrakcyjność przekazywanych informacji, kosztem ich wiarygodności, (3) umieszczanie w środkach masowego przekazu informacji sensacyjnych, anonimowych i niepodlegających weryfikacji merytorycznej, które często roz mijają się z prawdą i oficjalnym stanowiskiem nauki o żywieniu i żywności. Głównym celem książki jest przybliżenie pojęcia racjonalnego żywienia, tego jak osiągnięcia biologii, chemii i innych nauk przyrodniczych implementowane są do nauki o żywieniu i jak nauka ta stara się kreować w społeczeństwie zdrowy model żywienia. Kluczową pozycję zajmują w tym względzie normy żywieniowe, w których zawiera się współczesna i najbardziej wiarygodna wiedza o potrzebach pokarmowych człowieka i profilaktyce zdrowotnej. Książka skierowana jest do studentów uczelni wyższych na kierunkach technologii żywności, żywienia człowieka, towaroznawstwa i innych pokrewnych z obszaru nauk o żywności.

Żywność genetycznie zmodyfikowana w stosunkach międzynarodowych

Szkarłat M.

Wydawnictwo: Wyd. Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2011,
ISBN 978-83-7784-016-0, stron 500, cena 47,00 zł.

Zamówienia: www.selkar.pl

Celem niniejszej książki jest analiza specyfiki, zasięgu i natężenia wpływu na współczesne stosunki międzynarodowe żywności genetycznie zmodyfikowanej, będącej przykładem wykorzystania najnowszych osiągnięć badawczych w obszarze inżynierii genetycznej. Żywność genetycznie zmodyfikowana to ważny czynnik interakcji i więzi między uczestnikami stosunków międzynarodowych oraz kształtowania relacji polegających na współzależności. Jako wciąż nowy produkt myśli technologicznej stanowi przedmiot debaty społecznej, w której ścierają się poglądy zwolenników i przeciwników upowszechniania żywności transgenicznej oraz celowości kontynuowania badań naukowych nad jej kolejnymi generacjami. To sprawia, że wszelkie działania mające na celu pogłębienie wiedzy o żywności genetycznie zmodyfikowanej są niezwykle istotnym i odpowiedzialnym zadaniem.

Książka przeznaczona jest dla studentów studiujących na kierunkach: technologia żywności, żywienie człowieka, towaroznawstwo i innych pokrewnych z obszaru nauk o żywności oraz wszystkich zainteresowanych problematyką genetycznej modyfikacji żywności.

Smak w analizie sensorycznej

Skolik A.

Wydawnictwo: Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, 2011,

ISBN 978-83-7417-552-4, stron 111, cena 13,30 zł.

Zamówienia: www.ksiegarnia-ue.pl

Głównym celem książki jest zapoznanie z podstawowymi pojęciami dotyczącymi powstawania wrażenia smakowego, jak i ogólnymi zasadami przeprowadzenia analizy sensorycznej, które są niezbędne do oceny jakości produktów spożywczych. Wiadomości praktyczne ściśle powiązane zostały z niezbędnymi podstawami teoretycznymi, dlatego też w części pierwszej zamieszczono najważniejsze informacje dotyczące zmysłu smaku człowieka i jego roli w ocenie żywności. Druga część monografii jest poświęcona analizie sensorycznej. Przedstawiono w niej ogólne wytyczne dotyczące poprawności wykonywania ocen oraz omówiono wybrane metody analizy sensorycznej używane w bezpośredniej ocenie towarów za pomocą zmysłu smaku. Trzecia część zawiera informacje uzupełniające, takie jak: wykaz podstawowych pojęć i norm wraz ze słownikiem oraz zestawienie najczęściej spotykanych arkuszy kontrolnych stosowanych w analizie sensorycznej.

Książka skierowana jest do studentów nauk przyrodniczych, w szczególności towaroznawstwa i technologii żywności.

Zarządzanie jakością żywności. Systemy, koncepcje, instrumenty

Wiśniewska M., Malinowska E.

Wydawnictwo: DIFIN, 2011, ISBN 978-83-7641-504-8, stron 389, cena 59,00 zł.

Zamówienia: www.eksiegarnia.pl

Książka poświęcona jest problematyce zarządzania jakością i bezpieczeństwa żywności. Oprócz podstaw teoretycznych zawiera wiele przykładów praktycznych, bazujących na koncepcjach, metodach i narzędziach, których wykorzystanie pozwala na osiągnięcie, utrzymanie, a następnie skuteczne doskonalenie wymaganego poziomu jakości i poprawę konkurencyjności danego przedsiębiorstwa. Podręcznik przede wszystkim jest przeznaczony dla studentów, doktorantów kierunków zarządzania, towaroznawstwa, technologii przemysłu spożywczego i innych kierunków pokrewnych. Może być także stosowana przez menedżerów do spraw jakości, specjalistów i praktyków, przedstawicieli przemysłu spożywczego.

Opracowała: *Anna Florek-Paszkowska*

TWÓRCY POLSKIEJ NAUKI O ŻYWNOSCI

Szanowni Państwo,

Redakcja rozpoczyna druk nowego cyklu pt. "Twórcy polskiej nauki o żywności", w którym przedstawiane będą sylwetki wybitnych polskich uczonych, którzy są uważani za polskich twórców nauki o żywności. Wprowadzenie do tego cyklu przygotował Prof. Antoni Rutkowski, szkicując rozwój naszej dyscypliny od „technologii rolnej” do „nauki o żywności”.

Wyrażamy nadzieję, że ten cykl publikacji utrwali pamięć o wybitnych uczonych, którzy tworzyli zręby dzisiejszej nauki o żywności i spotka się z zainteresowaniem szczególnie młodych adeptów naszej dyscypliny nauki.

Redakcja

Inicjatywa Redakcji przypomnienia sylwetek uczonych, którzy włożyli istotny wkład w rozwój i przekształcenie tradycyjnej „technologii rolnej” do współczesnej „nauki o żywności” jest niewątpliwie słuszna i należy powitać ją z uznaniem. Aby jednak dobrze zrozumieć proces kształtowania się i rozwoju nauki o żywności w Polsce, należy sięgnąć do samych jego początków i widzieć go na tle rozwoju badań z tego zakresu w Europie – a także na tle burzliwej historii Polski ostatnich dwóch stuleci.

Nauka o żywności należy do „młodszych” dziedzin naszej wiedzy. Wprawdzie przygotowanie żywności do spożycia doskonalił człowiek od zarania historii, to jednak dopiero w początkach XIX w. powstały pierwsze prace stosowane i badawcze, które wytyczyły nowe kierunki badań nad uzyskaniem trwalszej i bezpieczniejszej dla konsumenta żywności. Należy tu wymienić przede wszystkim prace N. F. Apperta (1749 - 1841) nad ciepłym konserwowaniem żywności i L. Pasteura (1822 - 1895) z zakresu mikrobiologii i fermentacji, które wskazały potrzebę i znaczenie podjęcia wszechstronnych badań z tej dziedziny.

Polskie początki badań w tym obszarze powstały w trudnym dla kraju okresie zaborów, a ich ukształtowanie jako gałęzi nauki zbliża się do 100-lecia, kiedy to wraz z odrodzeniem Państwa Polskiego powstały pierwsze katedry uniwersyteckie z tej dziedziny na Uniwersytetach w: Warszawie, Lwowie, Poznaniu i Krakowie.

Kształtowanie się myśli technologicznej i naukowej w dziedzinie żywności było w początkach XIX w. związane ze szkolnictwem rolniczym. Pierwszymi szkołami tego typu były uczelnie w: Keszthely (1797, Węgry), Hoffnyl (1801, Szwajcaria) i Moglin (1806, Niemcy). Chronologicznie czwartą uczelnią był Instytut Agrotechniczny w Marymoncie k. Warszawy (1815), który z jedno- i dwuletniej szkoły zawodowej przekształcił się i rozwinął do poziomu technikum. Na skutek powstania listopadowego działalność Instytutu zawieszono na kilka lat (1831 - 1836). Po jej wznowieniu dyrektorem został prof. Michał Oczapowski z Uniwersytetu Wileńskiego, który doprowadził uczelnię warszawską do poziomu akademickiego. Do jej zamknięcia (1862 r.) przez władze rosyjskie wykształciła ona ok. 1500 absolwentów. W jej programie nauczania zawarte były podstawowe informacje o właściwościach płodów rolnych jako surowców żywnościowych i ich przetwarzaniu. W tym samym okresie (1839 r.) w Krakowie działała Szkoła Technologiczna z Katedrą Technologii, w której prowadzono wykłady z technologii rolnej, głównie z gorzelnictwa (A. Cybulski). Ten profil kształcenia był konsekwencją szybkiego rozwoju małych gorzelni (2 - 4 pracowników) o prostej aparaturze i obsłudze. Przemysł ten szybko rozwijał się w majątkach ziemskich, stanowiąc dobre źródło dochodu. Natomiast większe obiekty produkcyjne, wymagające bardziej wykształconej obsługi, bazowały w większości na obcym kapitale, personelu i aparaturze głównie pochodzenia austriackiego, niemieckiego (np. browarnictwo) czy francuskiego (np. cukrownictwo); doksztalcanie zatrudnieniowego w nich polskiego personelu technicznego prowadzono też za granicą.

Następnym etapem rozwoju polskiej nauki z omawianego zakresu było podjęcie na przełomie XIX i XX w. organizowania przy szkołach wyższych kursów zawodowych, które stopniowo wprowadzały wyższy poziom nauczania, a jednocześnie stwarzały bazę eksperymentalno-badawczą głównie z zakresu technologii fermentacji, w szczególności gorzelnictwa. Najsilniejszą jednostką w tym zakresie była Wyższa Szkoła Rolnicza w Dublanach k. Lwowa (od 1901 r. Akademia Rolnicza), która oprócz laboratorium analitycznego posiadała własną gorzelnię doświadczalną. Wykształciła ona większość późniejszej kadry profesorskiej z tej dziedziny w Polsce niepodległej.

Jako pierwsze polskie fundamentalne dzieło z tej dziedziny należy wymienić 12-tomową pracę Michała Oczapowskiego pt.: "Gospodarstwo rolne" (Warszawa 1835 - 1857), obejmującą wszystkie dziedziny rolnictwa, w tym elementy ówczesnego przetwórstwa rolnego.

Dorobek polskiej nauki o żywności w okresie międzywojennym i podczas okupacji powstawał w ośrodkach zlokalizowanych w: Dublanach, Krakowie, Warszawie oraz w Poznaniu.

DUBLANY

Jak już wspomniano, pierwszą polską jednostką badawczą, która mogła rozwinąć działalność naukowo-eksperymentalną w zakresie nauki o żywności była Wyższa Szkoła Rolnicza w Dublanach k. Lwowa. Podstawy jej działalności w zakresie nauki o żywności tworzyły się na wykładach z Technologii Rolnej, prowadzonych od 1872 r. przez R. Wawnikiewicza w ramach kursów gorzelniczych; kursy te w 1892 r. przekształciły się w przyuczelnianą Szkołę Gorzelniczą, wyposażoną w doświadczalną stację fermentacyjną oraz laboratoria analityczne, co umożliwiło prowadzenie dydaktyki eksperymentalnej oraz działalności badawczej. W 1918 r. szkołę tę podporządkowano Katedrze Technologii Rolnej Politechniki Lwowskiej, którą kierowali: prof. Adolf Joszt w latach 1919-1927, a następnie prof. Aleksander Tychowski w latach 1928-1945. W tym okresie w Katedrze rozwijane były prace badawcze z zakresu skrobi, surowców i półproduktów przemysłu fermentacyjnego, mikrobiologii fermentacji, a szczególnie hodowli szczepów bakteryjnych. Katedra prowadziła swoją działalność w trudnych i zmiennych warunkach czasu wojennego (Generalna Gubernia, okupacja ZSRR). Zakończyła ją w 1945 r., gdy większość polskich pracowników naukowych repatriowała się do Polski. Tak zakończyła się działalność tego zasłużonego dla nauki o żywności lwowskiego ośrodka nauki.

Wychowankami Akademii, a później Katedry byli zasłużeni dla odbudowy polskiej nauki o żywności, po zakończeniu wojny, profesorowie, m.in.: F. Nowotny (Uniwersytet Jagielloński w Krakowie), B. Bachman i S. Masior (Politechnika Łódzka), W. Kamienobrodzki, A. Joszt, J. Schroeder (Politechnika Wrocławska) oraz T. Chrząszcz (Uniwersytet Poznański).

KRAKÓW

Początki polskiego nauczania, jak i nauki technologii przetwórstwa płodów rolnych, w Krakowie są związane w szczególności z utworzonym w 1834 r. Instytutem Technicznym, który w wyniku kolejnych przekształceń dział do 1939 r. jako Państwowa Szkoła Przemysłowa. W 1839 r. utworzono w niej Katedrę Technologii (kierownik Aleksander Cybulski, 1807 - 1844), w której wykładano głównie gorzelnictwo. Przy Katedrze tej utworzono w 1903 r. Pracownię Chemii Fermentacyjnej, przekształconą następnie w Stację Doświadczalną dla Przemysłu Fermentacyjnego. Pracownikom Stacji w okresie kształtowania się Wydziału Rolniczego na UJ zlecano prowadzenie wykładów i zajęć z zakresu technologii rolnej.

W 1890 r. powołano na Wydziale Filozoficznym Uniwersytetu Jagiellońskiego Studium, w którego programie na III roku był wykład z przedmiotu „*Technologia Rolnicza*”, obejmujący problematykę z zakresu gorzelnictwa, krochmalnictwa i cukrownictwa. Wykładowcami byli głównie profesorowie wymienionej wyżej Szkoły Przemysłowej: Gustaw Steinberger (1852 - 1908) – przemysł fermentacyjny; Józef Buraczewski (1868 - 1927) – technologia rolnicza; Andrzej Krzemecki (1878 - 1944) – gorzelnictwo. Zagadnienia mleczarstwa były wykładane ówczesnie w ramach przedmiotu „*Szczegółowa hodowla zwierząt*”

WARSZAWA

Inicjatywa podjęta w roku 1906 przez prof. Wacława Dąbrowskiego (1879 - 1962) o wznowieniu w zaborze rosyjskim polskiego szkolnictwa rolniczego znalazła swój wyraz w 1911 r., kiedy to uzyskano zgodę władz na uruchomienie Kursów Przemysłowo-Rolniczych oraz utworzenie Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie, a przy nim Instytutu Fermentacji i Mikrobiologii. Prof. Dąbrowski był jego inicjatorem i kierownikiem. Instytut ten o charakterze laboratorium usługowo-badawczego wykształcił pierwsze kadry specjalistów z tej dziedziny. Natomiast w zakresie szkolnictwa „Kursy” przekształcono w 1916 r. w Wyższą Szkołę Rolniczą, a w 1918 r. zmieniono jej nazwę na (Królewską Polską) Szkołę Główną Gospodarstwa Wiejskiego.

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego (SGGW) jest formalnie pierwszą polską uczelnią typu uniwersyteckiego o charakterze rolniczym. Jej pierwszym rektorem był prof. J. Mikułowski-Pomorski z Dublan. W strukturze Szkoły znajdowała się od początku Katedra oraz Zakład Mikrobiologii i Przemysłu Rolnego, kierowana przez prof. Wacława Dąbrowskiego, a przedmiot nauczania określono jako „przemysł rolny”. W okresie międzywojennym Katedra wykształciła 120 absolwentów z tego zakresu. Wśród nich byli profesorowie: E. Pijanowski – twórca nowoczesnej nauki o żywności i R. Majchrzak (SGGW), S. Bujak (AR Lublin), J. Jakubowska (Politechnika Łódzka), H. Karnicka (ART Olsztyn).

Ukończeniu działań wojennych we wrześniu 1939 i początkowi okupacji niemieckiej towarzyszyła likwidacja polskiego szkolnictwa wyższego. Równocześnie duża część pracowników naukowych uczelni zaangażowała się w organizację i prowadzenie tajnych kursów na poziomie uniwersyteckim. Dzięki utworzeniu w gmachu SGGW (przy ul. Rakowieckiej w Warszawie) Oddziału Puławskiego Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego, którego niemiecki zarząd polecił prof. W. Dąbrowskiemu prowadzenie wraz z kilkoma pracownikami określonych prac badawczych z zakresu rolnictwa, powstały warunki umożliwiające podjęcie tajnego nauczania. Nauczanie takich przedmiotów, jak „Przemysł rolny” i „Przetwórstwo owoców i warzyw” było prowadzone częściowo w programach tajnego nauczania, a częściowo w ramach zajęć Liceum Rolniczego przy ulicy Oraczewskiej w Warszawie.

POZNAŃ

W zaborze niemieckim nie było żadnych polskich jednostek badawczych ani szkół z polskim językiem nauczania. Dopiero wraz odzyskaniem niepodległości w 1919 r. otworzono Uniwersytet Poznański (UP) z Wydziałem Rolniczo-Leśnym, a na nim Katedrą Technologii Rolnej, której kierownikiem został prof. Tadeusz Chrzęszcz, absolwent Wyższej Szkoły Rolniczej w Dublanach. Katedra prowadziła kształcenie absolwentów związane głównie z potrzebami rolniczych zakładów przetwórczych (krochmalnictwo, gorzelnictwo, mleczarstwo). W latach 30. XX w. ukazały się pierwsze prace z zakresu przetwórstwa mięsa. Wychowankami tej Katedry byli: prof. J. Janicki i prof. D. J. Tilgner.

We wrześniu 1939 r. personel polski uniwersytetu został usunięty, a uczelnię przejęli Niemcy. Zaczęło się „drugie życie Wydziału Rolniczo-Leśnego Uniwersytetu Poznańskiego na Emigracji” w Warszawie.

Na prośbę prof. Chrzęszcza do kompletów tajnego nauczania SGGW włączono dotychczasowych studentów UP. Już 24. XI. 1940 r. otworzono pierwszy rok akademicki tajnego Uniwersytetu Ziemi Zachodnich w Warszawie, na którym Wydział Rolniczo-Leśny powstał w 1942 r., a zakończył swoją działalność wraz z wybuchem powstania warszawskiego. Jego dziekanem i organizatorem był prof. Tadeusz Chrzęszcz.

Ten wstęp jest zapowiedzią szeregu biogramów informujących o dorobku i działalności naszych starszych kolegów, którzy od nas odeszli, a mieli istotny wpływ na kształtowanie się rzeczywistości naukowej po roku 1945. Mają one unaocznić, jak wielkie zmiany nastąpiły od początków kształtowania się polskiej nauki o żywności. Niewielu z nich rozpoczynało działalność naukową w historycznych ostatnich latach Polski rozbiorowej, kiedy badania były głównie ściśle związane z gorzelnictwem. Odzyskanie niepodległości i powołanie na Uniwersytetach: Warszawy, Lwowa, Poznania i Krakowa Katedr Technologii Rolnej stworzyło warunki umożliwiające (szczególnie w latach 30. XX w.) poszerzenie ich działalności o problemy związane z kształtującym się ówczesnie polskim przemysłem żywnościowym. Wojna przerwała podjęte dzieło. Wielu adeptów tej nowej dziedziny nauki zginęło, laboratoria zostały zniszczone. Z takim „dorobkiem” stawali do pracy w latach powojennych nasi starsi koledzy. Ich życiu oraz działalności poświęcona jest ta seria publikacji w naszym czasopiśmie.

Prof. dr dr h.c. Antoni Rutkowski, czł. rzecz. PAN

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

PROFESOR ING. ALEXANDER DANDAR, DRSC. 1937 - 2011



Z głębokim żalem przyjęliśmy wiadomość o śmierci w dniu 28 sierpnia 2011 r. prof. ing. Alexandra Dandara, DrSc., profesora Słowackiego Uniwersytetu Technicznego w Bratysławie i wieloletniego prezesa Słowackiego Towarzystwa Nauk Rolniczych, Leśnych, Żywnościowych i Weterynaryjnych przy Słowackiej Akademii Nauk.

Profesor Dandar wniósł wielki wkład w nawiązanie i umacnianie współpracy pomiędzy technologami żywności z Polski i Słowacji. Był człowiekiem, dzięki któremu wielu naukowców z obu naszych krajów mogło się lepiej poznać, wymienić doświadczenia i podjąć wspólne badania naukowe.

Prof. ing. Alexander Dandar, DrSc. urodził się 11 listopada 1937 r. w Wielkim Ruskowie na Słowacji. Był absolwentem Politechniki w Bratysławie, którą ukończył w roku 1960. Bezpośrednio po studiach podjął pracę w przemyśle spożywczym jako technolog, a w 1964 r. został zatrudniony na Wydziale Chemiczno-Technologicznym Słowackiego Uniwersytetu Technicznego w Bratysławie, początkowo jako asystent, a następnie docent (1980) i po uzyskaniu tytułu naukowego (1998) jako profesor. Odbił wiele staży zagranicznych, m.in. w Uniwersytecie Humboldta w Berlinie i Uniwersytecie Braunschweig. Zdobywał także doświadczenie w wiodących europejskich cukrowniach. Jego zainteresowania naukowe koncentrowały się wokół zagadnień cukrownictwa. Zajmował się chemiczno-inżynierskimi aspektami ekstrakcji, zagęszczania i krystalizacji sacharozy, mikrobiologią produkcji cukru, zagadnieniami energetycznymi, ekonomicznymi i ekologicznymi funkcjonowania cukrowni oraz analityką w cukrownictwie. Profesor Dandar był autorem 11 książek i monografii, ok. 250 prac naukowych, w tym ponad 150 oryginalnych prac twórczych z zakresu nauk o żywności i 5 patentów. Był członkiem wielu naukowych organizacji

krajowych i zagranicznych, m.in. Międzynarodowej Komisji Cukrowniczej (CITS) z siedzibą w Brukseli, w której w latach 1994-2002 pełnił funkcję wiceprzewodniczącego. Reprezentował Czechosłowację i Słowację w Międzynarodowym Komitecie Analizy Cukru (ICUMSA). Był członkiem-założycielem, a od 1990 r. nieprzerwanie prezesem Słowackiego Towarzystwa Nauk Rolniczych, Leśnych, Żywnościowych i Weterynaryjnych (SSPLPV) przy Słowackiej Akademii Nauk. Był również inicjatorem i wieloletnim organizatorem konferencji na temat metod analitycznych w badaniu żywności „Laboralim”, która stała się cyklicznym forum wymiany doświadczeń naukowców z Europy Środkowej. Będąc pracownikiem uczelni wyższej, bardzo dużo uwagi poświęcał kształceniu młodej kadry i praktycznym potrzebom przemysłu.

Profesor Alexander Dandar współpracował z instytucjami polskimi. Już w 1971 r. uczestniczył w opracowywaniu „Polsko-słowackiego słownika technicznego”. Z racji swoich zainteresowań naukowych od dawna miał kontakty z Politechniką Łódzką, a przed 10 laty podjął inicjatywę nawiązania współpracy kierowanego przez Niego Towarzystwa SSPLPV z Oddziałem Małopolskim Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności. Zaowocowała ona wieloletnią wymianą naukową, uczestnictwem w konferencjach i wspólnymi badaniami.

W uznaniu swojej aktywności na polu naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym Profesor odznaczony został licznymi nagrodami i odznaczeniami Słowackimi i Czeskimi, a także wyróżniony Pamiątkowym Medalem Politechniki Łódzkiej (1980), Medalem za Zasługi dla Politechniki Łódzkiej (2005), Pamiątkową statuetką WTŻ AR w Krakowie (2004), Złotą Odznaką Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności (2007) oraz Medalem im. Profesora Franciszka Nowotnego (2011).

Profesor Alexander Dandar zawsze cieszył się szacunkiem i autorytetem w środowisku naukowym. Był osobą znaną i powszechnie poważaną. Jego życzliwość zyskała Mu wielu przyjaciół wśród technologów żywności w Polsce. Autorytet i wielkie zaangażowanie we współpracę z Polskim Towarzystwem Technologów Żywności oraz Wydziałem Technologii Żywności UR w Krakowie i Politechniką Łódzką mogą być wzorem dla dobrze rozwijającej się współpracy obywateli bliskich sobie krajów w ramach zjednoczonej Europy.

W zmarłym straciliśmy sprawdzonego, kompetentnego i zawsze życzliwego przyjaciela.

*Dziekan Wydziału Technologii Żywności UR w Krakowie
Zarząd i Członkowie Oddziału Małopolskiego PTTŻ*

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

PROFESOR DR HAB. INŻ. ŁUCJA FORNAL 1939 - 2011



Prof. dr hab. inż. Łucja Fornal urodziła się w 1939 r. w Lublińcu. Była absolwentką Wyższej Szkoły Rolniczej (WSR) w Olsztynie, którą ukończyła w 1962 r. Pani Profesor całe 47 lat swojego życia zawodowego związała z olsztyńską uczelnią (WSR / ART / UWM). Stopień doktora uzyskała w 1968 r., doktora habilitowanego w 1979 r., natomiast tytuł profesora nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia w 1987 r. Od 1992 r. do przejścia na emeryturę pracowała na stanowisku profesora zwyczajnego w Katedrze Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydziału Nauki o Żywności, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Pani Profesor była cenionym nauczycielem i wychowawcą wielu pokoleń młodzieży akademickiej i kadry dydaktycznej, promotorem i recenzentem licznych prac doktorskich, habilitacyjnych i wniosków o nadanie tytułu profesora. Była uznanym specjalistą w zakresie technologii żywności i żywienia, zwłaszcza w obszarze chemii, przechowywania i przetwórstwa ziarna zbóż oraz problematyki białek alergennych i powodujących nietolerancje pokarmowe. Pozostawiła znaczny dorobek, liczący ok. 200 publikacji naukowych.

Pani Profesor pełniła wiele funkcji organizacyjnych w uczelni, m.in. członka Senatu, przewodniczącej Senackiej Komisji Nauki, przewodniczącej Komisji Etyki, pełnomocnika Rektora UWM ds. realizacji projektu *Eurequa* w programie Leonardo da Vinci 2000, prodziekana ds. Nauki na Wydziale Technologii Żywności, kierownika Katedry Technologii Produktów Roślinnych oraz przewodniczącej wielu konferencji naukowych.

Prof. dr hab. inż. Łucja Fornal była ponadto członkiem Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Komitetu Nauk o Żywności PAN, Rady Naukowej Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie oraz Zespołu Roboczego Nauk Przyrodniczych Rady Nauki przy Ministrze Edukacji i Nauki. Była również stypendystką FAO im. Andre Meyera, realizując w latach 1979 -1980 w Uniwersytecie w Nairobi (Kenia) projekt „Microclimate in grain storage structures” oraz profesorem wizytującym w Agricultural University of Norway w 1993 r.

Za swoją działalność zawodową Pani Profesor została odznaczona m.in. Medalem Zasłużony dla Uczelni, Złotym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski oraz Złotym Laurem UWM.

W osobie Pani Profesor odszedł Człowiek mądry, prawy oraz wielkiego serca!

*Koleżanki i Koledzy z Wydziału Nauki o Żywności
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie*

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

PROF. DR HAB. PIOTR P. LEWICKI 1937 - 2011



W dniu 29 grudnia 2011 r. zmarł prof. dr hab. inż. Piotr Paweł Lewicki, zasłużony nauczyciel akademicki, wybitnym uczony, niezastąpiony Przyjaciół i Człowiek o olbrzymim autorytecie naukowym oraz wzór do naśladowania dla wielu pokoleń młodzieży, kadry naukowej i pracowników przemysłu spożywczego. Był wybitnym specjalistą z zakresu inżynierii i technologii żywności.

Profesor Piotr P. Lewicki urodził się 15 grudnia 1937 r. w Warszawie. W 1956 r. został przyjęty na pierwszy rok studiów Wydziału Rolniczego – Oddział Technologii Rolno-Spożywczej w SGGW. Studia ukończył w 1961 r., a w 1962 r. rozpoczął pracę w SGGW w Zakładzie Technologii Owoców i Warzyw. W lipcu 1966 r. wyjechał na stypendium doktorskie do Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., USA. W czerwcu 1969 r. obronił pracę doktorską pt. „Characterization of Injury to *Salmonella typhimurium* Subjected to Freeze-Drying” i uzyskał stopień „doctor of science”. W okresie studiów zagranicznych, oprócz obowiązkowych przedmiotów z technologii żywności, zaliczył tzw. minor z inżynierii chemicznej, co ugruntowało i poszerzyło Jego wiedzę w tym zakresie i dało możliwość późniejszego wykładania zagadnień inżynierijno-technicznych na kierunku technologia żywności i żywienie człowieka i pokrewnych. Po powrocie do kraju podjął ponownie pracę w Zakładzie Technologii Owoców i Warzyw i w marcu 1970 r. awansował na stanowisko adiunkta. Po reorganizacji Wydziału przeszedł do Katedry Inżynierii i Organizacji Przemysłu Spożywczego.

W 1975 r. opublikował pracę pt. „Mechanizm suszenia spienionego koncentratu pomidorowego w warstwie”, na podstawie której otrzymał w 1976 r. stopień doktora habilitowanego. Intensywne światowe badania naukowe, dotyczące zagadnienia susze-

nia pianowego, miały miejsce pod koniec lat 60. poprzedniego stulecia, tak więc publikacja wyników kompleksowych badań, które były podstawą uzyskania stopnia dr hab. już w 1975 r., dobitnie świadczy o tym, że Prof. Lewicki podejmował badania o wyjątkowo aktualnej, nawet w skali międzynarodowej, problematyce.

W 1976 r. Profesor Lewicki został powołany na stanowisko docenta. W 1978 r. powierzono Mu, na Wydziale Technologii Żywności, kierownictwo nowo utworzonego Zakładu Inżynierii i Maszynoznawstwa Przemysłu Spożywczego. W 1982 r., po przekształceniu Zakładu w Katedrę Inżynierii i Maszynoznawstwa Przemysłu Spożywczego, powołano Go na kierownika tej Katedry i funkcję tę pełnił przez 23 lata, do grudnia 2005 r. W 1978 r. został prodziekanem ds. dydaktyki i wychowania, a w latach 1981-1984 sprawował funkcję dziekana. Społeczność akademicka SGGW wybrała Go na stanowisko prorektora w kadencji 1987-1990.

W listopadzie 1982 r., czyli w wieku 45 lat, otrzymał tytuł profesora nadzwyczajnego, a w 1988 – profesora zwyczajnego.

Zainteresowania naukowe Profesora dotyczyły zagadnień inżynierskich w technologii żywności. Zajmował się przede wszystkim badaniami wymiany ciepła i masy w procesie suszenia oraz wiązaniem wody i aktywnością wody w żywności, a także zagadnieniami gospodarki energetycznej w przemyśle spożywczym. Jako jedno z najważniejszych osiągnięć naukowych sam Profesor wymieniał utworzenie szkoły akademickiej inżynierii żywności w SGGW, jedynej tak licznej, a jednocześnie mogącej poszczycić się znacznymi osiągnięciami naukowymi, jednostki w Polsce. Prof. Lewicki był autorem 160 oryginalnych publikacji naukowych w czasopiśmie krajowych, 120 w czasopiśmie zagranicznych oraz 80 publikacji przeglądowych w czasopiśmie polskich i 10 w czasopiśmie zagranicznych, a także 10 patentów. Był autorem lub współautorem kilkudziesięciu skryptów, podręczników i książek, cenionych zarówno w Polsce, jak i poza jej granicami.

Osiągnięcia naukowe Prof. Lewickiego zostały dostrzeżone na arenie międzynarodowej. Był kilkakrotnie zapraszany jako visiting profesor. Wygłosił ponad 50 referatów na zaproszenie, w tym 20 na konferencjach i sympozjach zagranicznych.

O Jego zdolnościach organizacyjnych, niezbędnych w nadzorowaniu prac zespołów naukowo-badawczych, świadczy kierownictwo kilkunastu projektów KBN i MNiSW oraz kilku projektów międzynarodowych.

Ostatnie lata swojej zawodowej działalności poświęcił uruchomieniu kierunku studiów „Technologia żywności i żywienie człowieka” w Państwowej Wyższej Szkole Informatyki i Zarządzania w Łomży, gdzie od 2006 r. był Dyrektorem Instytutu Technologii Żywności.

Prof. Lewicki miał ogromny organizacyjny oraz merytoryczny udział w podnoszeniu kwalifikacji kadr naukowych technologów żywności i nauk pokrewnych. Był promotorem 160 prac magisterskich i 16 rozpraw doktorskich. Dwie osoby z grona

Jego doktorantów uzyskały tytuły profesora. Był recenzentem kilkudziesięciu prac doktorskich, habilitacyjnych oraz postępowań o stopień doktora habilitowanego i o tytuł profesora.

Był członkiem z wyboru wielu prestiżowych polskich i zagranicznych organizacji naukowych i towarzystw naukowych. Był członkiem *Editorial Board* kilku czasopism zagranicznych oraz rad programowych kilku polskich czasopism.

Prof. Lewicki był odznaczony m.in. Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Złotym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, wyróżniony Złotą Honorową Odznaką „Za Zasługi dla SGGW” i wielokrotnie nagrodą JM Rektora SGGW. W uznaniu zasług naukowych i dydaktycznych został wyróżniony 7 nagrodami Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki i Ministra Edukacji Narodowej. Był Członkiem Honorowym Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności.

Prof. Lewicki był bardzo wymagający wobec swoich współpracowników i studentów, ale przede wszystkim wobec siebie. Konsekwentnie dążył do wyznaczonego celu, a „poprzeczka” zawsze była zawieszona wysoko. Przestrzegał zasad, nie znosił kompromisów. Odszedł od nas nie tylko wybitny uczony o wielkim autorytecie naukowym, ale też wspaniały Człowiek, pełen charyzmy, o wielkiej kulturze osobistej, zawsze życzliwy, choć nieraz surowy i wymagający.

Ludzie tak wielkiego formatu odwiedzają Ziemię rzadko, tym większa jest więc pustka, kiedy odchodzą.

Żegnamy Cię Profesorze!

Dorota Witrowa-Rajchert
Dziekan Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 22 Nr 1

luty 2012

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Oddział Małopolski

W dniu 23 stycznia 2012 r. prof. dr dr h.c. Antoni Rutkowski, czł. rzecz. PAN, wygłosił wykład pt.: „Żywność wczoraj, dziś i jutro”, zorganizowany przez Oddział Małopolski PTTŻ i SITSpoż. Oddział Krakowski.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYKRAJOWE I KRAJOWE KONFERENCJE NAUKOWE W 2012 r.

Kwiecień

- 3 WARSZAWA, Sala Kolumnowa Sejmu RP = Konferencja nt. „GMO w rolnictwie i produkcji żywności – szanse czy zagrożenia genetycznej modyfikacji roślin i zwierząt”.**
Kontakt: stanislawa.okularczyk@minrol.gov.pl

Maj

- 8 – 10 Jugowice = VII Konferencja Naukowa „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”.**
Organizatorzy: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Technologii Rolnej i Przechowywania; KNoŻ PAN, Sekcja Technologii Węglowodanów PTTŻ.
Kontakt: dr inż. Ewa Zdybel; tel. 71 320 77 27 lub dr inż. Wioletta Drożdż; tel.: 71 320 77 66;
e-mail: ziemnia@wnoz.up.wroc.pl
- 10 – 11 Kraków = XVII Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ.**
Organizatorzy: Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Oddział Małopolski PTTŻ i Wydział Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.
Zgłoszenia: smkn.maj2012@gmail.com

17 – 18 KRAKÓW = V Ogólnopolska Konferencja Naukowa Technologów Przetwórstwa Owoców i Warzyw nt. „Doskonalenie jakości żywności z owoców, warzyw i grzybów”.

Organizatorzy: Oddział Małopolski PTTŻ, Sekcja Technologii Owoców i Warzyw PTTŻ Wydział Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Informacje: e-mail: kow@ur.krakow.pl

Czerwiec

20 – 22 Kraków – Niepolomice = VIII Krajowa i I Międzynarodowa Konferencja Naukowa nt.: „Zarządzanie jakością a jakość zarządzania”.

Organizatorzy: Katedra Zarządzania Jakością Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie i European Organization for Quality.

Kontakt: e-mail: urszula.balon@uek.krakow.pl; pawel.nowicki@uek.krakow.pl

25 – 27 Warszawa = Sympozjum Inżynierii Żywności

Organizatorzy: Wydział Nauk o Żywności SGGW, PAN, Oddział Warszawski PTTŻ, Oddział Warszawski Polskiego Towarzystwa Agrofizycznego.

Informacje: <http://kizop.sggw.pl/siz2012/>

Kontakt: siz@sggw.pl

Sierpień

5 – 9 BRAZYLIA = XVI IUFOST World Congress nt.: „Addressing global food security and wellness through Food Science and Technology”

Informacje: <http://www.iufost.org.br/ingles/inscricao.html>

Wrzesień

9 – 12 BERN, Switzerland = 5th European Conference on Sensory and Consumer Research.

Informacje: www.eurosense.elsevier.com

Listopad

7 – 9 ROGÓW = V Konferencja Naukowa nt. „Fizjologiczne uwarunkowania postępowania dietetycznego”.

Organizatorzy: Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW

Informacje: <http://wnzck.sggw.pl/konferencje-2/>

e-mail: fizj_diet@sggw.pl

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSTCI

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

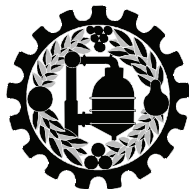
Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TLUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o., Bielsko-Biała.**

Przy Oddziale Szczecińskim: **Hartim Szczecin**

Materiał zawarty w Nr 1 (80)/2012 Biuletynu podano według stanu informacji do 1 lutego 2012 r. Materiały do Nr 2 (81)/2012 prosimy nadsyłać do 1 kwietnia 2012 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKAT

Informujemy P.T. Autorów, że od 1 stycznia 2012 roku uaktualnione zostały *Informacje dla Autorów oraz wymagania redakcyjne*, które publikujemy na stronie **www.pttz.org**



**KATEDRA INŻYNIERII
ŻYWNOŚCI I ORGANIZACJI
PRODUKCJI**

Wydział Nauk o Żywności

SGGW

PAN



**Komisja Fizyki i Inżynierii Żywności
Komitetu Nauk o Żywności PAN**

**Komisja Zastosowań Fizyki w Inżynierii Produkcji
Rolniczej i Technologii Żywności
Komitetu Agrofizyki PAN**

oraz

**Oddział Warszawski
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności
Oddział Warszawski
Polskiego Towarzystwa Agrofizycznego**

zapraszają na

III SYMPOZJUM INŻYNIERII ŻYWNOŚCI

Warszawa, 26-27 czerwca 2012

Kontakt: dr inż. Ewa Gondek; tel. 022 593 75 63

e-mail: siz@sggw.pl

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

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