



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 3 (76)

Kraków 2011

Rok 18

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności

Nr 3 (76)

Kraków 2011

Rok 18

SPIS TREŚCI

Od Redakcji.....	3
ANETA KOPEĆ, ESTERA NOWACKA, EWA PIĄTKOWSKA, TERESA LESZCZYŃSKA: Charakterystyka i prozdrowotne właściwości steroli roślinnych	5
MARTA SŁOWIANEK, JOANNA LESZCZYŃSKA: Alergeny przypraw	15
JUSTYNA BORAWSKA, WŁODZIMIERZ BEDNARSKI, JOANNA GOŁĘBIEWSKA: Charakterystyka sacharydów miodu oraz możliwości zastosowania <i>Bifidobacterium</i> do modyfikacji ich składu i właściwości	29
STANISŁAW KOWALSKI, MARCIN LUKASIEWICZ, LESŁAW JUSZCZAK, MAREK SIKORA: Charakterystyka teksturalna i sensoryczna mas cukierniczych otrzymanych na bazie miodu naturalnego i wybranych hydrokoloidów polisacharydowych	40
JOANNA LE THANH-BLICHARZ, ZBYSZKO LUBIEWSKI, EWA VOELKEL, GRAŻYNA LEWANDOWICZ: Ocena właściwości reologicznych handlowych skrobi naturalnych	53
ELŻBIETA PISULEWSKA, RENATA TOBIASZ-SALACH, ROBERT WITKOWICZ, EWA CIEŚLIK, DOROTA BOBRECKA-JAMRO: Wpływ warunków siedliska na ilość i jakość lipidów w wybranych formach owsa	66
ALICJA Z. KUCHARSKA, ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, NARCYZ PIÓRECKI: Morfologiczna, fizykochemiczna i przeciwutleniająca charakterystyka owoców polskich odmian derenia właściwego (<i>Cornus mas</i> L.)	78
DOMINIKA PLUST, BARBARA CZERNIEJEWSKA-SURMA, ZDZISŁAW DOMISZEWSKI, GRZEGORZ BIENKIEWICZ, ROBERT SUBDA, TOMASZ WESOŁOWSKI: Jakość wybranych herbat białych	90
GENOWEFA BONCZAR, MONIKA WSZOŁEK, MARIA WALCZYCKA, ANETA ŻEBROWSKA, KRZYSZTOF MACIEJOWSKI: Wpływ wybranych czynników na aktywność wody i jakość mikrobiologiczną miękkich serów z mleka owczego	98
TOMASZ DASZKIEWICZ, STANISŁAW WAJDA, RAFAŁ WINARSKI, MILENA KOBA-KOWALCZYK, DOROTA KUBIAK: Wpływ czynników przyżyciowych na ubytki masy tusz wieprzowych w czasie poubojowego wychładzania	109
MARIUSZ S. KUBIAK, MAGDALENA POLAK, URSZULA SIEKIERKO: Zawartość B[a]P w rynkowych przetworach mięsnych	120
KRZYSZTOF MŁYNEK: Wpływ intensywności wzrostu buhajów na zależności występujące pomiędzy odtuszczeniem tusz i jakością kulinarną mięsa	130
JACEK KONDRATOWICZ, IWONA CHWASTOWSKA-SIWIECKA, EWA BURCZYK, JOANNA PIEKARSKA, ŻANETA KUŁDO: Ocena sensoryczna i mikrobiologiczna mięśni piersiowych indyczek w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego	143
TOMASZ DASZKIEWICZ, ANDRZEJ GUGOŁEK, PAWEŁ JANISZEWSKI, IWONA CHWASTOWSKA-SIWIECKA, DOROTA KUBIAK: Jakość mięsa królików rasy białej nowozelandzkiej pochodzącego z różnych elementów tuszki	153
JOANNA ŁUCZYŃSKA, ELŻBIETA TOŃSKA, ZBIGNIEW BOREJSZO: Zawartość makro- i mikroelementów oraz kwasów tłuszczowych w mięśniach łososia (<i>Salmo salar</i> L.), pstrąga tęczowego (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walb.) i karpia (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	162
ROBERT DULIŃSKI, ANNA STARZYŃSKA-JANISZEWSKA: Zastosowanie chromatografii jonowej sprzężonej z pulsacyjną detekcją amperometryczną do oznaczania zawartości mio-inozytolu w materiałach paszowych pochodzenia roślinnego	173
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	186
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA: Interakcje składników żywności	189
ANNA GRĘDA: Nowe książki	193
Technolog Żywności	197

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)

No 3 (76)

Kraków 2011

Vol. 18

CONTENTS

From the Editor.....	3
ANETA KOPEĆ, ESTERA NOWACKA, EWA PIĄTKOWSKA, TERESA LESZCZYŃSKA: Profile and health-related properties of plant sterols	5
MARTA SŁOWIANEK, JOANNA LESZCZYŃSKA: Spice and herb allergens.....	15
JUSTYNA BORAWSKA, WŁODZIMIERZ BEDNARSKI, JOANNA GOŁĘBIEWSKA: Profile of honey saccharides and possibilities of applying <i>Bifidobacterium</i> to modify their composition and properties	29
STANISŁAW KOWALSKI, MARCIN LUKASIEWICZ, LESŁAW JUSZCZAK, MAREK SIKORA: Sensory and textural profile of confectionery masses produced using natural honey and selected polysaccharide hydrocolloids as the basis	40
JOANNA LE THANH-BLICHARZ, ZBYSZKO LUBIEWSKI, EWA VOELKEL, GRAŻYNA LEWANDOWICZ: Evaluation of rheological properties of commercial native starches.....	53
ELŻBIETA PISULEWSKA, RENATA TOBIASZ-SALACH, ROBERT WITKOWICZ, EWA CIEŚLIK, DOROTA BOBRECKA-JAMRO: Effect of habitat conditions on content and quality of lipids in selected oat forms	66
ALICJA Z. KUCHARSKA, ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, NARCYZ PIÓRECKI: Morphological, physical & chemical, and antioxidant profiles of polish varieties of cornelian cherry fruit (<i>Cornus mas</i> L.).....	78
DOMINIKA PLUST, BARBARA CZERNIEJEWSKA-SURMA, ZDZISŁAW DOMISZEWSKI, GRZEGORZ BIENKIEWICZ, ROBERT SUBDA, TOMASZ WESOŁOWSKI: Quality of selected white tea types	90
GENOWEFA BONCZAR, MONIKA WSZOŁEK, MARIA WALCZYCKA, ANETA ŻEBROWSKA, KRZYSZTOF MACIEJOWSKI: Effect of selected factors on water activity and microbiological quality of ewe's milk soft cheeses.....	98
TOMASZ DASZKIEWICZ, STANISŁAW WAJDA, RAFAŁ WINARSKI, MILENA KOBĄ-KOWALCZYK, DOROTA KUBIAK: Effect of pre-slaughter factors on weight losses of pork carcasses during post-slaughter chilling.....	109
MARIUSZ S. KUBIAK, MAGDALENA POLAK, URSZULA SIEKIERKO: Content of B[a]P in processed meat products available on the market.....	120
KRZYSZTOF MŁYNEK: Effect of growth intensity of bulls on relationships between carcass fatness and culinary quality of meat	130
JACEK KONDRATOWICZ, IWONA CHWASTOWSKA-SIWIECKA, EWA BURCZYK, JOANNA PIEKARSKA, ŻANETA KUŁDO: Sensory & microbiological assessment of turkey hens breast muscles depending on method and time of cold storage	143
TOMASZ DASZKIEWICZ, ANDRZEJ GUGOŁEK, PAWEŁ JANISZEWSKI, IWONA CHWASTOWSKA-SIWIECKA, DOROTA KUBIAK: Meat quality of various carcass cuts obtained from new zealand white rabbits	153
JOANNA ŁUCZYŃSKA, ELŻBIETA TOŃSKA, ZBIGNIEW BOREJSZO: Content of macro- and microelements, and fatty acids in muscles of salmon (<i>Salmo salar</i> L.), rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walb.), and carp (<i>Cyprinus carpio</i> L.).....	162
ROBERT DULIŃSKI, ANNA STARZYŃSKA-JANISZEWSKA: Application of ion chromatography coupled with pulse amperometric detection to determine myo-inositol content in plant components of feed	173
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation	186
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA: Interactions among food components.....	189
ANNA GRĘDA: Book reviews	193
The Food Technologist.....	197

Only reviewed papers are published

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

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Tadeusz Sikora; tel./fax 12/ 293-50-54

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

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

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

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

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

RADA KONSULTACYJNA: prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr Jerzy Jankun (USA),
prof. dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr Marian Naczek (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 ŻYWNOŚCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994 - 1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2011

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 600 egz.

SKŁAD I DRUK:



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

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

przekazujemy Państwu nr 3(76) naszego czasopisma, w którym zamieściliśmy wiele interesujących artykułów naukowych z zakresu nauk o żywności.

W bieżącym numerze zamieściliśmy także interesujące informacje w stałych działach, a całość wzbogaca materiał informacyjny dotyczący działalności Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności.

Powtarzamy nasz apel, w dobrze pojętym naszym wspólnym interesie, **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, czerwiec 2011 r.

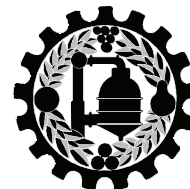
Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora



**POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI**
Oddział Warszawski



oraz

WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOŚCI SGGW
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji

zapraszają na

VIII Konferencję Naukową

z cyklu:

JAKOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOŚCI

nt.:

Żywność przyszłości – czyli jaka?

Warszawa, 23 - 24 listopada, 2011

Informacje:

**<http://kizop.sggw.pl/konferencjapttz/>
e-mail: konferencja_pttz@sggw.pl**

ANETA KOPEĆ, ESTERA NOWACKA, EWA PIĄTKOWSKA,
TERESA LESZCZYŃSKA

CHARAKTERYSTYKA I PROZDROWOTNE WŁAŚCIWOŚCI STEROLI ROŚLINNYCH

Streszczenie

Sterole to podstawowe składniki błon komórkowych organizmów zwierzęcych i roślinnych. Dotychczas poznanych zostało blisko 40 form steroli roślinnych, z których najbardziej znane i najczęściej spotykane to: β -sitosterol, kampesterol i stigmasterol. Ich nasyconą formą są stanole, powstające w wyniku uwodornienia steroli. Fitosterole są naturalnymi składnikami roślinnymi np. soi, olejów roślinnych, ryżu oraz drewna sosnowego. W niewielkich ilościach występują także w orzechach, warzywach oraz owocach. Sterole roślinne w odpowiedniej dawce mogą powodować znaczące obniżenie poziomu cholesterolu we krwi. Mechanizm działania tych związków polega na obniżeniu wchłaniania cholesterolu poprzez zastępowanie go w micelach. Szeroko prowadzone badania kliniczne wykazały, że spożycie 2 - 3 g fitosteroli dziennie powoduje obniżenie poziomu cholesterolu całkowitego o ok. 10 % oraz frakcji LDL o ok. 15 %. Stosowanie tych związków zmniejsza ryzyko zawału oraz zapobiega występowaniu miażdżycy i niedokrwiennej choroby serca. W związku z tym coraz częściej stosuje się dodatki steroli roślinnych do produktów spożywczych, m.in. do margaryn, olejów, jogurtów, serów dojrzewających, pieczywa, muesli oraz do soków i napojów owocowych.

Słowa kluczowe: sterole roślinne, cholesterol, produkty wzbogacane w sterole

Wstęp

Ryzyko powstawania wielu schorzeń wiąże się ze sposobem żywienia. Niedokrwienność choroby serca (NChS) jest przyczyną ok. 50 % zgonów oraz przedwczesnej niezdolności do pracy w naszym kraju. Od dawna już wiadomo, że jednym z głównych czynników ryzyka NChS jest nieprawidłowy sposób odżywiania, a zwłaszcza nadmierne spożycie cholesterolu i tłuszczów pochodzenia zwierzęcego. Prowadzi to do zwiększania ryzyka powstawania złogów miażdżycowych w naczyniach krwionośnych oraz do blokowania ich światła. Zalecenia dietetyczne, dotyczące profilaktyki miażdżycy

dżycy, obejmują listę składników pożywienia, które powinny być wykluczone z diety oraz tych, które należy spożywać w większych ilościach. Realizacja zaleceń żywieniowych napotyka jednak na wiele trudności. Dlatego też wprowadzanie na rynek produktów spożywczych wzbogaconych w składniki bioaktywne, o udokumentowanym korzystnym oddziaływaniu, zmniejszających ryzyko rozwoju miażdżycy lub innych chronicznych chorób niezakaźnych, może okazać się pomocne w dążeniu do poprawy zdrowia społeczeństw [9, 24, 30, 38]. Badania naukowe wskazują, że niektóre składniki lipidów, takie jak: wielonienasycone kwasy tłuszczowe, sterole i stanole roślinne mogą skutecznie obniżać poziom cholesterolu we krwi. Głównym źródłem fitosteroli są oleje roślinne, ziarna soi, ryż, a także drewno sosny. Obniżanie poziomu cholesterolu frakcji LDL powodują nie tylko sterole nieprzetworzone, lecz także te, które poddaje się uwodornieniu czy estryfikacji. Dotychczas poznanych zostało blisko 40 form steroli roślinnych, z których najczęściej występującymi są: β -sitosterol (24- α -etylocholesterol), kampesterol (24- α -metylocholesterol), stigmasterol (Δ^{22} , 24- α -etylocholesterol) [3, 27, 33].

Celem niniejszej pracy było przedstawienie problematyki dotyczącej steroli roślinnych, uznanych za bioaktywne składniki nieodżywcze o udowodnionych właściwościach prozdrowotnych, ale i o stwierdzonym niekorzystnym oddziaływaniu na organizm człowieka.

Budowa i podział steroli roślinnych

Sterole roślinne (fitosterole) są strukturalnymi i funkcjonalnymi analogami cholesterolu, syntetyzowanymi przez rośliny. Związki te wchodzą w skład błon komórkowych roślin, zmniejszając płynność, zwłaszcza ich powierzchniowej warstwy. Są to 28- lub 29-węglowe wielopierścieniowe alkohole [3, 23]. Fitosterole mają taki sam układ wielopierścieniowy jak cholesterol, z jedną grupą wodorotlenową, natomiast różnica w budowie dotyczy łańcucha bocznego. Są one bogatsze o grupę metylową lub etylową i mogą zawierać dodatkowo jedno lub dwa wiązania podwójne w tym łańcuchu. Fitosterole dzielą się na trzy zasadnicze grupy: 1) sterole (Δ^5 -sterole, zawierające podwójne wiązanie pomiędzy C₅ i C₆); 2) Δ^7 -sterole z wiązaniem podwójnym pomiędzy C₇ i C₈, rzadziej występujące w przyrodzie); 3) stanole (bez podwójnego wiązania w cząsteczce) [23].

W stanie naturalnym związki te występują w postaci wolnej oraz jako sterolowe lub stanolowe estry kwasów tłuszczowych, kwasu hydroksycynamonowego, glukozy oraz glikolipidów [28].

Występowanie steroli roślinnych

Sterole roślinne występują we wszystkich komórkach roślinnych. Najbogatszym źródłem tych związków są oleje roślinne. Np. rafinowany olej kukurydziany zawiera 952 mg fitosteroli w 100 g, podczas gdy jadalna część kukurydzy (nasiona) zawiera tylko 70 mg/100 g nasion (tab. 1) [2, 32].

Tabela 1

Zawartość steroli w wybranych produktach spożywczych.
Content of sterols in selected food products.

Źródło steroli Source of Sterols	Zawartość steroli w produkcie [mg/100 g] Content of Sterols in product [mg/100 g]
Otręby ryżowe / Rice brans	1190
Olej sojowy / Soybean oil	221
Olej sezamowy / Sesame oil	865
Oliwa z oliwek / Olive oil	176
Olej kukurydziany / Corn oil	952
Olej palmowy / Palm oil	49
Olej słonecznikowy / Sunflower oil	725
Migdały / Almonds	143
Fasola / Beans	76
Kukurydza / Corn	70
Sałata / Lettuce	38
Banany / Banana	16
Pomidor / Tomato	7

Opracowanie własne na podstawie: [32] / The authors' own study based on [32].

Całkowita zawartość steroli, jak i ich skład, jest różny w poszczególnych olejach, we wszystkich jednak dominuje β -sitosterol. Sitosterol występuje w dość znacznej ilości w tzw. oleju talowym, uzyskiwanym z elementów podkorowych sosen. Olej ten jest używany do produkcji steroli. Można też wykorzystać do tego celu pozostałość po oddestylowaniu kwasów tłuszczowych i żywicznych, tzw. pak podestylacyjny [15]. Innym źródłem steroli w żywieniu człowieka jest olej rzepakowy, w którym ich zawartość wynosi średnio 879 mg/100 g oleju, najwięcej jest fitosterolu – 47,9 % i awenasterolu – 2,1 % [31]. Kolejnym źródłem, głównie sitosterolu (47 - 59 %), kampesterolu (19 - 23 %) oraz stigmasterolu (17 - 19 %) jest olej sojowy [22].

Dużą zawartością fitosteroli charakteryzują się także nasiona sezamu, kielki pszenicy, orzechy (włoskie, ziemne, laskowe), migdały oraz nasiona roślin strączkowych.

Znaczna koncentracja steroli występuje również w przetworach zbożowych: żytnich, pszennych, jęczmiennych i owsianych [23].

Wpływ steroli roślinnych na gospodarkę cholesterolem

Hipocholesterolemiczne działanie steroli jest dość dobrze znane już od ok. 50 lat. Pierwsze badania wykazały, że spożycie znacznych ilości steroli obniżało zawartość cholesterolu frakcji LDL o ok. 10 - 15 % [1, 14, 19, 33]. Sterole są naturalnymi składnikami żywności roślinnej, dlatego już w latach 70. XX w. sugerowano by były one traktowane jako aktywne składniki diety, a nie jako leki [33]. Dalsze badania udowodniły, że zastosowanie procesu uwodornienia pozwoliło uzyskać nasyconą, bardziej stabilną formę steroli, czyli stanole roślinne. Wykazywały one wyższą aktywność i skuteczność redukcji zawartości cholesterolu [10, 11, 33].

Najczęściej występującymi w przyrodzie i spożywanymi przez człowieka sterolami są: kampesterol i sigmasterol. W przeciętnej diecie człowieka występuje 20 – 50 mg stanoli i 100 - 350 mg steroli [6]. Te ilości są niewystarczające do skutecznego obniżania zawartości cholesterolu we krwi. Uważa się, że minimalna ilość, wykazująca efekt hipocholesterolemiczny, wynosi 1000 mg dziennie [5].

Estry stanoli, poprzez konkurowanie z cholesterolem o przyłączenie do wolnych receptorów w strukturze miceli, obniżają jego wchłanianie w przewodzie pokarmowym i zwiększają wydalanie, przy czym same nie są wchłaniane [33, 34]. Wzbogacenie codziennej diety w ok. 2 g stanoli bądź steroli roślinnych wpływa na obniżenie wchłaniania cholesterolu o ok. 60 %. W innej pracy stwierdzono, że spożycie od 1 do 3 g estrów stanoli powoduje obniżenie poziomu całkowitego cholesterolu od 5 do 11 %, a frakcji LDL nawet o 16 % [33]. Niewchłonięty cholesterol i stanole roślinne są wydalone z masami kałowymi. Obniżenie wchłaniania cholesterolu może powodować wzrost jego syntezy w wątrobie, przy czym ilości te nie wyrównują strat, w związku, z czym poziom cholesterolu ogółem i frakcji LDL obniża się w surowicy krwi [17, 39, 41]. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Gyllinga i wsp. [10], z udziałem dzieci (2 - 15 lat) z rodzinną hipercholesterolemią, wykazano, że sitostanol dodany do margaryny i spożywany w ilości 3 g/dzień obniżał poziom cholesterolu całkowitego o 11 %, a frakcji LDL o 15 %, w wyniku czego stosunek HDL/LDL zwiększył się o ok. 27 %. Autorzy ci stwierdzili także zwiększoną syntezę cholesterolu w organizmach dzieci. Jones i Howell [17] wykonali badania kliniczne, podając sterole pochodzące z drewna (sitosterol 62 %, sitostanol 21 %, kampesterol 16 %, kampestanol 1 %) 22 pacjentom przez 10 dni. Po tym czasie cholesterol całkowity i LDL zostały obniżone o ok. 6 % w porównaniu z grupą kontrolną, natomiast zawartość triacylogliceroli i HDL nie uległa zmianie. Neil i wsp. [29] wykazali, że sterole podawane osobom z zaburzeniami lipidowymi przez 8 tygodni w ilości 2,5 g/dobę obniżyły poziom cholesterolu całkowitego o ok. 6 - 7 %, a frakcji LDL o 10 - 15 %.

Sterole roślinne dodawane są coraz częściej do innych produktów spożywczych. Polagruto i wsp. [35] stwierdzili, że spożywanie czekolady z dodatkiem steroli spowodowało redukcję całkowitego cholesterolu o 4,7 %, a frakcji LDL o 6 %, nie wpłynęło natomiast na poziom frakcji HDL. Devaraj i wsp. [8] wykazali, że sterole roślinne, dodane do niskokalorycznego soku pomarańczowego, nie tylko obniżyły poziom cholesterolu całkowitego i frakcji LDL, ale także zmniejszyły poziom białka ostrej fazy (CRP) u ludzi. Jauhiainen i wsp. [16] stwierdzili, że u osób z hipercholesterolemią, spożywających niskotłuszczowy ser podpuszczkowy z dodatkiem steroli, w ilości dostarczającej 2 g tych składników na dobę, poziom cholesterolu frakcji LDL obniżył się o 5,8 %. Rideout i wsp. [36] wykazali, że spożywanie mleka sojowego, wzbogaconego sterolami, także skutkowało obniżeniem poziomu cholesterolu całkowitego i frakcji LDL we krwi dorosłych osób, odpowiednio o 12 i 15 %, w porównaniu ze spożywającymi mleko krowie o 1 % zawartości tłuszczu. Ponadto stwierdzono, że sterole roślinne w połączeniu ze środkami farmakologicznymi mogą być stosowane w długotrwałej terapii, skutkującej obniżeniem poziomu cholesterolu we krwi [4, 15, 18, 26, 30].

Wielkość redukującego oddziaływania steroli roślinnych zależy od dawki. Na podstawie dotychczasowych badań stwierdzono, że optymalna dawka steroli i/lub stanoli w przeciętnej dziennej racji pokarmowej waha się w granicach 2 - 3 g [7, 8, 29]. Zwiększanie ilości powyżej wymienionej nie powoduje wyższej redukcji cholesterolu całkowitego i LDL.

Sterole roślinne oprócz działania hipocholesterolemicznego, hamują agregację płytek krwi. Jest to ściśle związane z obniżeniem poziomu cholesterolu całkowitego i frakcji LDL. Niektórzy autorzy uważają jednak, że nie same fitosterole mają wpływ na czas agregacji płytek krwi, ale także inne składniki diety, m.in. witaminy antyoksydacyjne E i C [34]. Sterole roślinne pełnią także wiele innych funkcji u zwierząt i człowieka. Sugeruje się, że wykazują działanie przeciwnowotworowe: hamują rozwój raka żołądka, płuc, jajników oraz prostaty. Mechanizm działania przeciwnowotworowego jest prawdopodobnie związany z zahamowaniem syntezy związków kancerogennych, zablokowaniem procesu tworzenia nowych naczyń krwionośnych oraz z inicjowaniem apoptozy komórek nowotworowych [23, 40].

Produkty bogate lub wzbogacone w sterole roślinne

Badania fitosteroli zostały rozwinięte w Finlandii, gdzie zastosowano estryfikowanie stanoli kwasami tłuszczowymi, pochodzącymi z olejów roślinnych. Estryfikacja ta pozwoliła na rozpuszczenie stanoli w tłuszczu znajdującym się w żywności. Był to przełomowy moment, gdyż już wcześniej stwierdzono, że tłuszcz jest najlepszym nośnikiem transportującym stanole do jelita cienkiego, gdzie następuje wchłanianie cholesterolu. Średnie spożycie steroli w większości krajów europejskich (w tym w Polsce)

oraz w Ameryce Północnej wynosi poniżej 200 - 300 mg/dzień. W Japonii, gdzie w diecie dominują produkty pochodzenia roślinnego, sięga ok. 400 mg/dzień [21, 27]. Te ilości nie są wystarczające, aby skutecznie zmniejszać zawartość cholesterolu we krwi. W związku z tym uznano za konieczne wzbogacanie żywności w sterole.

Na rynku pojawia się coraz więcej produktów spożywczych, które są wzbogacane w sterole roślinne. Do tych produktów należą m.in. margaryny, jogurty, napoje mleczne, majonezy, sery dojrzewające, serki homogenizowane, produkty mięsne, cukiernicze, muesli, sok pomarańczowy, a także czekolada [5, 33]. Pierwszym produktem z dodatkiem steroli, który został wprowadzony na rynek, była margaryna. Miało to miejsce w Finlandii w 1995 r. Szacuje się, że ok. 140 tys. Finów spożywa taką margarynę regularnie [4].

W roku 2006 Komisja Europejska zatwierdziła stosowanie dodatku steroli roślinnych do chleba żytniego. Pieczywo jest tradycyjnym produktem zbożowym, spożywanym w północnych i wschodnioeuropejskich krajach (Norwegia, Szwecja, Polska, Niemcy i Austria), ale coraz częściej cieszącym się popytem w innych krajach, w których rośnie zainteresowanie produktami pełnoziarnistymi [12].

Zagrożenia wynikające ze spożywania steroli roślinnych

Sterole, jak każda substancja czynna, nie powinny być stosowane w nadmiarze. Sugeruje się, że większe ilości od zalecanych 3 g/dobę mogą powodować efekty uboczne [37]. Sterole roślinne, znajdujące się m.in. w margarynach, nie są polecane dla dzieci poniżej piątego roku życia z prawidłowym stężeniem cholesterolu we krwi. Wiąże się to z możliwością wystąpienia zakłóceń we wchłanianiu witamin rozpuszczalnych w tłuszczach. Ponadto, zapotrzebowanie młodych, szybko rosnących organizmów na cholesterol jest duże, a niezaspokojenie tego zapotrzebowania może prowadzić do zaburzeń gospodarki lipidowej oraz miażdżycopochodnych chorób układu krążenia w wieku starszym [2]. Spożycie steroli roślinnych z racjami pokarmowymi może niekorzystnie wpływać na poziom β -karotenu w organizmie człowieka. Według Hicksa i Moreau [13] obniża się także poziom likopeny i witaminy E. Oszacowano, że fitosterole redukują stężenie β -karotenu we krwi o około 25 %, a witaminy E o 8 %. Przyjęto jednak, że dawka 1,5 g/dobę steroli roślinnych skutecznie obniża poziom cholesterolu, nie wpływając na obniżenie koncentracji karotenoidów i witaminy E w osoczu.

Margaryny z dodatkiem steroli zwykle wzbogacane są w witaminy rozpuszczalne w tłuszczach. Komitet Naukowy ds. Żywności, w opinii dotyczącej skutków zwiększonego spożycia fitosteroli z dnia 26. 09. 2002 r., poparł potrzebę umieszczenia informacji o zawartości steroli roślinnych na etykiecie produktu, co zostało określone w decyzji Komisji 2000/500/WE z dnia 24. 07. 2000 r. Ponadto potwierdził, że zalecana dawka steroli roślinnych nie powinna przekraczać 3 g/dobę [2].

Bardzo rzadką, lecz groźną chorobą wynikającą ze spożywania steroli roślinnych jest fitosterolemia. Jest to schorzenie uwarunkowane genetycznie i dziedziczone jako cecha autosomalna, recesywna. Spowodowana jest defektem jednego z genów kodujących białka z rodziny ABC – ABCG5 lub ABCG8. Białka te wchodzi w skład przenośnika, dzięki któremu cholesterol wolny oraz fitosterole są usuwane z enterocytów do światła jelita, a z hepatocytów – do przewodów żółciowych. Mutacja genu kodującego białko ABCG8 lub ABCG5 powoduje, że wydzielanie steroli roślinnych z powrotem do przewodu pokarmowego jest zakłócone i w związku z tym ich wydalanie z organizmu znacznie zmniejszone [3, 33].

U chorych z fitosterolemią stężenie steroli roślinnych jest zwiększone nawet kilkanaście razy w stosunku do osób zdrowych. U osób bez tego zaburzenia absorpcja steroli wynosi około 5 - 6 % spożytej ilości, a w organizmie pozostaje nie więcej niż 1 %. U osób z defektem jednego z genów kodujących białka z rodziny ABC sterole roślinne są wchłaniane w 16 - 63 %. U osób zdrowych stężenie fitosteroli we krwi może wynosić 0,3 - 1,0 mg/100 ml, natomiast u osób cierpiących na fitosterolemię stężenie steroli roślinnych wynosi 10 - 65 mg/100 ml [25]. Schorzenie to powoduje zatem zwiększenie stężenia steroli roślinnych w osoczu oraz kumulację ich złogów w ścianach naczyń. Na świecie odnotowano kilka przypadków choroby niedokrwiennej serca, a nawet nagłego zgonu spowodowanego zawałem serca, w wyniku fitosterolemii u kilkunastoletnich dzieci. W 2000 r. odnotowano jedynie 40 przypadków tego schorzenia na świecie [25, 33]. Profilaktyka stosowana w fitosterolemii polega na wyłączeniu z diety źródeł steroli roślinnych, głównie produktów wzbogaconych, a także olejów roślinnych, orzechów i soi. Leczenie polega również na ingerencji farmakologicznej z zastosowaniem leków wiążących kwasy żółciowe oraz inhibitorów wchłaniania steroli lub też interwencji chirurgicznej polegającej na założeniu bypasów jelitowych. Należy również leczyć choroby towarzyszące fitosterolemii, np. niedokrwinną chorobę serca [2, 25].

Podsumowanie

Wprowadzenie na rynek produktów spożywczych wzbogaconych w sterole roślinne, coraz chętniej kupowanych, może wpłynąć na obniżenie zagrożenia chorobami układu krążenia. Wzbogacane sterolami roślinnymi margaryny, majonezy, oleje, sosy itp. są łatwo dostępne dla wszystkich i mogą zastępować konsumowane w dużych ilościach wysokokaloryczne produkty spożywcze [1, 20].

Literatura

- [1] AbuMweis S.S., Barake R., Jones P.J.: Plant sterols/stanols as cholesterol lowering agents; a meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Nutr. Res.*, 2008, **52**, 1654-1669.
- [2] Bartnikowska E.: Wpływ fitosteroli na gospodarkę lipidową. *Tłuszcze Jadalne*, 2007, **42**, 21-24.

- [3] Batta A.K., Xu G., Honda A., Miyazaki T., Salen G.: Stigmasterol reduces plasma cholesterol level and inhibits hepatic synthesis and intestinal absorption in the rat. *Metab. Clin. Exp.*, 2006, **55**, 292-299.
- [4] Blair S.N., Capuzzi D.M., Gottlieb S.O., Nguyen T., Morgan J.M., Cater N.B.: Incremental reduction of serum total cholesterol and low-density lipoprotein cholesterol with the addition of plant stanol ester-containing spread to statin therapy. *Am. J. Cardiol.*, 2000, **86**, 46-52.
- [5] Cater N.B.: Plant sterol ester. Review of cholesterol-lowering efficacy and implications for coronary heart disease risk reduction. *Prev. Cardiol.*, 2000, **3**, 121-131.
- [6] Czubyko F., Beumers B., Lammsfuss S., Lutjohann D., von Bergmann K.: A simplified micro-method for quantification of fecal excretion of neutral and acidic sterols for outpatient studies in human. *J. Lipid. Res.*, 1991, **32**, 1861-1867.
- [7] de Jonge A, Plat J., Mensink P. R.: Metabolic effects of plant sterols and stanols. *J. Nutr. Biochem*, 2003, **14**, 362-369.
- [8] Devaraj S., Jialal I., Vega-Lopez S.: Plant sterol-fortified orange juice effectively lowers cholesterol levels in mildly hypercholesterolemic healthy individuals. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.*, 2004, **24**, 8-25.
- [9] Durrington P. N., Illingworth D.R.: Lipid-lowering drug therapy: more knowledge leads to more problems for composers of guidelines. *Curr. Opin. Lipidol.*, 2000, **11**, 345-349.
- [10] Gylling H., Siimes M.A.: Sitostanol ester margarine in dietary treatment of children with familial hypercholesterolemia. *J. Lipid. Res.*, 1995, **36**, 1807-1812.
- [11] Gylling H.: Studies of plant stanol esters in different patient populations. *Eur. Heart. J.*, 1999, **1**, 109-113.
- [12] Halliday J.: Cholesterol-lowering sterols to enter new food categories. 2006. www.foodnavigator.com.
- [13] Hicks K.B., Moreau R.A.: Phytosterols and phytostanols: functional food cholesterol busters. *Food Technol.*, 2001, **55**, 63-69.
- [14] Ikeda I., Tanaka K., Sugano M., Vahouny G.V., Gallo L.L.: Inhibition of cholesterol absorption in rats by plant sterols. *J. Lipid. Res.*, 1998, **29**, 1573-1582.
- [15] Jakubowski A., Braczko M.: Fitosterole jako składnik żywności funkcjonalnej. *Żywność. Technologia. Jakość*, 2000, **35**, 28-40.
- [16] Jauhiainen T., Salo P., Niittynen L., Pussa T., Korpela R.: Effect of low fat hard cheese enriched with plant stanol esters on serum lipids and apolipoprotein B in mildly hypercholesterolaemic subjects. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2006, **60**, 1253-1257.
- [17] Jones P. J., Howell T. Short-term administration of tall oil phytosterols improve plasma lipid profiles in subjects with different cholesterol levels. *Metabolism*, 1998, **47**, 751-756.
- [18] Jones P. J. MacDougall D.E.: Dietary phytosterols as cholesterol-lowering agents in humans. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 1997, **75**, 217-227.
- [19] Jones P.J., Ntanos F.Y., Raeini-Sarjaz M., Vanstone C.A.: Cholesterol-lowering efficacy of sitostanol-containing phytosterol mixture with a prudent diet in hyperlipidemic men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1999, **69**, 1144-1150.
- [20] Koletzko B.: Growth, development and differentiation; a functional food science approach. *Br. J. Nutr.*, 1998, **80**, 511.
- [21] Kozłowska-Wojciechowska M.: Sterole i stanole roślinne nową szansą w profilaktyce miażdżycy. *Czynniki Rzyzyka*, 2002, **35**, 5-12.
- [22] Krygier K.: Żywność funkcjonalna z surowców i produktów tłuszczowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **4 (21) Supl.**, 102-110.
- [23] Lagarda M.J.: Analysis of phytosterols in food. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 2006, **41**, 1486-1496.

- [24] Law M.R., Wald N.J., Thompson S.G.: By how much and how quickly does reduction in serum cholesterol concentration lower risk of ischemic heart disease? *BMJ.*, 1994, **308**, 367-372.
- [25] Lin D.S., Steiner R.D., Pappu A.S., Connor W.E.: The effects of sterol structure upon sterol esterification. *Atherosclerosis*, 2010, **208**, 155-160.
- [26] Miettinen T. A., Puska P.: Reduction of serum cholesterol with sitostanol-ester margarine in a mildly hypercholesterolemic population. *N. Engl. J. Med.*, 1995, **333**, 1308-1312.
- [27] Moghadasian M.H., Frohlich J.J.: Effect of dietary phytosterols on cholesterol metabolism and atherosclerosis: clinical and experimental evidence. *Am. J. Med.*, 1999, **107**, 588-594.
- [28] 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.
- [29] Neil H.A., Mejer G.W., Roe L.S.: Randomized controlled trial of use by hypercholesterolaemic patients of a vegetable oil sterol-enriched fat spread. *Atherosclerosis*, 2001, **156**, 329-337.
- [30] Ntanos F.: Plant sterol-ester-enriched spreads as an example of a new functional food. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2001, **103**, 102-106.
- [31] Obiedziński M.W., Bartnikowska E., Cieślak B., Jankowski P. S., Grzeškiewicz S.: Skład kwasów tłuszczowych i koncentracja steroli. *Przem. Spoż.*, 1996, **10**, 13-16.
- [32] Ostlund R. E.: Phytosterols in human nutrition. *Annu. Rev. Nutr.*, 2002, **22**, 533-549.
- [33] Patel M.D., Thompson P.D.: Phytosterols and vascular disease. *Atherosclerosis*, 2006, **186**, 12-19.
- [34] Plat J., Mensink R.P.: Vegetable oil based versus wood based stanol ester mixtures: effects on serum lipid and hemostatic factors in non-hypercholesterolemic subjects. *Artherosclerosis*, 2000, **148**, 101-112.
- [35] Polagruto J. A., Wang-Polagruto J. F., Braun M. M., Lee L., Kwik-Urbe C., Keen C.L.: Cocoa flavanol-enriched snack bars containing phytosterols effectively lower total and low-density lipoproteins cholesterol levels. *J. Am. Diet Assoc.*, 2006, **106**, 1804-1813.
- [36] Rideout T.C., Chan Y., Harding S.V., Jones P.J.: Low and moderate-fat plant sterols fortified soymilk in modulation of plasma lipids and cholesterol kinetics in subjects with normal to high cholesterol concentrations: report on two randomized crossover studies. *Lipids Health Dis.*, 2009, **8**, 45-51.
- [37] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 608/2004 z dnia 31 marca 2004 r. dotyczące etykietowania żywności oraz składników żywności z dodatkiem fitosteroli, estrów fitosteroli, fitostanoli i/lub estrów fitostanoli – Dz. Urz. UE 287; L 97/44.
- [38] Schaefer E.J.: Lipoproteins, nutrition, and heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, **75**, 191-212.
- [39] Wang Y., Ebine N., Jia X., Jones P.J., Fairrow C., Jaeger R.: Very long chain fatty acids (policosanols) and phytosterols affects plasma lipid levels and cholesterol biosynthesis in hamsters. *Metabolism*, 2005, **54**, 508-514.
- [40] Woyengo T.A., Ramprasath V.R., Jones P.J. Anticancer effects of phytosterols. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2009, **63**, 813-820.
- [41] Varady K.A., Houweling A.H., Jones P.J.: Effect of plant sterols and exercise training on cholesterol absorption and synthesis in previously sedentary hypercholesterolemic subjects. *Transl. Res.*, 2007, **149**, 22-30.

PROFILE AND HEALTH-RELATED PROPERTIES OF PLANT STEROLS

S u m m a r y

Sterols are basic components of cell membranes in animal and plant organisms. So far, almost 40 types of plant sterols have been identified, and, among them, the most known and the most commonly occurring are: β -sitosterol, kampesterol, and stigmasterol. Stanols constitute their saturated type obtained during the hydrogenation of sterols. Phytosterols are natural plant components of, for example: soybeans, plant oils, rice, and pine wood. Small amounts of phytosterols are also in nuts, vegetables, and fruits. An adequate measured quantity of plant sterols is able to essentially reduce the cholesterol level in blood. The mechanism of their activity consists in decreasing the intestinal absorption of cholesterol by replacing it in micelles. Extensive clinical research projects showed that a dose of 2 - 3 g sterols per day caused the level of total cholesterol to be reduced by about 10 % and the LDL fraction to be decreased by ca. 15 %. The intake of those compounds reduces the risk of heart attack and prevents atherosclerosis and coronary heart disease. Therefore, plant sterols are more and more often added to food products, among other things to margarines, oils, yogurts, ripening cheeses, bakery products, muesli, juices and fruit beverages.

Key words: plant sterols, cholesterol, food products enriched with sterols ☒

MARTA SŁOWIANEK, JOANNA LESZCZYŃSKA

ALERGENY PRZYPRAW

Streszczenie

Niektóre składniki przypraw mogą prowadzić do reakcji alergicznych, samodzielnie bądź w reakcjach krzyżowych z alergenami innych roślin. Mogą być przyczyną alergii wziewnej, pokarmowej lub kontaktowej. W pracy scharakteryzowano i opisano alergeny przypraw odpowiedzialne za wywołanie reakcji nadwrażliwości mediowanej przez IgE. Ponadto opisano alergeny wywołujące reaktywność krzyżową między przyprawami a białkami pochodzenia pyłkowego m.in. pyłkiem bylicy, brzozy oraz selera.

Słowa kluczowe: przyprawy, alergeny, alergia, reaktywność krzyżowa

Wprowadzenie

Przyprawy są substancjami w większości pochodzenia roślinnego lub składnikami wytworzonymi przemysłowo, dodawanymi do potraw w celu polepszenia ich walorów smakowych i zapachowych. Można je sklasyfikować według wielu kryteriów, np. ze względu na pochodzenie (krajowe, importowane), zawartość substancji czynnych (olejkowe, goryczkowe, olejkowo-goryczkowe, barwiące) czy ze względu na części morfologiczne rośliny, z których uzyskiwany jest surowiec przyprawowy (nasiona, liście, korzenie, owoce, pączki kwiatowe) [34].

Przyprawy pochodzące z roślin mają właściwości alergenowe i mogą indukować objawy nadwrażliwości po ich spożyciu od łagodnych reakcji lokalnych do ostrych reakcji układowych, włącznie z szokiem anafilaktycznym [31]. Mogą przyczyniać się do rozwoju alergii pokarmowych, wziewnych i kontaktowych [34]. Reakcje nadwrażliwości mediowane przez IgE stwierdza się najczęściej na składniki przypraw należących do rodzin botanicznych: *Apiaceae*, *Solanaceae*, *Lamiaceae*, *Asteraceae*, *Papaveraceae*, *Brassicaceae* i w mniejszym stopniu do *Piperaceae*, *Myrtaceae*, *Myricaceae*, *Orchidaceae*, *Lauraceae*, *Zingiberaceae* i *Alliaceae* [31]. U dorosłych pacjentów alergia na przyprawy (pieprz, cynamon, szafran, koper włoski, anyż lub paprykę) doty-

czy niektórych grup zawodowych, np. piekarzy, rzeźników, florystów czy pracowników przetwórstwa przypraw [1, 2, 3, 8, 10, 11, 13, 25, 30, 33]. W tych przypadkach wpływ na uczulenie ma głównie inhalacja lub kontakt ze skórą. Bardzo małe dawki przyprawy wystarczą do wywołania objawów takich, jak: reakcje skórne po bezpośrednim kontakcie, objawy związane z układem pokarmowym po ich spożyciu czy astma po wdychaniu pyłu przypraw [31]. Należy podkreślić, że objawy kliniczne niekoniecznie muszą być związane z układem, w którym następuje wniknięcie alergenu np. spożycie przyprawy może spowodować atak astmy. Potencjalne działanie alergizujące przypraw jest niebezpieczne o tyle, że są one dodawane do wielu potraw i produktów, o czym konsumenci nie zawsze wiedzą. Szacuje się, że alergia na przyprawy stanowi 2 - 4 % wszystkich alergii pokarmowych [34]. Stwierdzono, że kobiety wykazują większe ryzyko rozwoju alergii pokarmowej, włączając przyprawy, ale przyczyny zwiększonej zapadalności pozostają niewyjaśnione. Odnotowano także, że z powodu niepożądanych reakcji na przyprawy cierpią w szczególności osoby dorosłe i młodzież ze stwierdzoną alergią na pyłki bylicy pospolitej i brzozy, oczywiście z powodu obecności reagujących krzyżowo alergenów w poszczególnych roślinach [31].

Oprócz alergenów przyprawy zawierają także liczne farmakologicznie aktywne i/lub toksyczne składniki odpowiedzialne za podrażnienie i zapalenie, prowadząc do reakcji niezależnej od IgE lub nietolerancji pokarmowej, która może być mylona z alergią pokarmową, przez co zróżnicowanie reakcji alergicznej i nietolerancji jest trudne [31]. W przypadku przypraw alergeny nie zostały jeszcze dokładnie poznane. Z przeglądu literatury wynika, że czynnikiem najczęściej alergizującym są białka o dużej masie cząsteczkowej oraz białka uważane za identyczne lub podobne do profilin, odpowiedzialne za występowanie alergii krzyżowych [34]. Konieczne są więc badania dotyczące wykrycia i scharakteryzowania białek przypraw homologicznych do białek pochodzenia roślinnego, które z powodu reaktywności krzyżowej indukują reakcje alergiczne u predysponowanych atopowych osób [31].

Alergia na przyprawy i alergeny reagujące krzyżowo

Kluczowe znaczenie dla rozwoju alergii na przyprawy ma zjawisko występowania alergii krzyżowej, wynikające z identyczności antygenowej lub podobieństwa alergenów różnego pochodzenia biologicznego [34]. Odnotowano, że u osób uczulonych na pyłki brzozy i bylicy pospolitej lub na seler bardzo często pojawiają się reakcje alergiczne po spożyciu przypraw z rodziny selerowatych – *Apiaceae* (dawniej baldaszkowate – *Umbelliferae*): anyżu, kolendry, kuminu i kopru włoskiego. Ten przypadek kliniczny został nazwany przez Wuthricha i wsp. [9] terminem syndromu alergicznego bylica-seler-przyprawy (mugwort-celery-spice syndrome) [15], który potem został poszerzony do syndromu alergicznego seler-brzoza-bylica-przyprawy i syndromu seler-marchew-bylica-przyprawy. Dlatego alergia na przyprawy jest często wyjaśniana

jako drugorzędowy efekt po początkowym uczuleniu alergenem wziewnym [31]. *Apiaceae* jest rodziną roślin zielnych liczącą więcej niż 3000 gatunków występujących w miejscach o klimacie umiarkowanym, wykorzystywanych jako żywność (marchew, pasternak i seler) i jako przyprawy (pietruszką, kumin, koperek, koper włoski, majeranek, kminek, anyż i kolendra). Ta rodzina roślin jest związana z alergicznymi reakcjami nie tylko wywołującymi problemy oddechowe i alergie pokarmowe, ale także alergie kontaktowe [13].

Związek między nadwrażliwością na przyprawy a alergią na pyłki brzozy i bylicy stał się przedmiotem wielu prac badawczych, podejmowano również próby zdefiniowania alergenów reagujących krzyżowo. Surowice osób z syndromem alergii bylica-brzoza-seler-przyprawy były często wykorzystywane przez zespoły badawcze analizujące alergeny przypraw. Posłużyły one do scharakteryzowania alergenów w przyprawach pochodzących z następujących rodzin botanicznych: *Apiaceae* (anyż, kolendra, koper włoski, kumin), *Piperaceae* (pieprz) i *Solanaceae* (papryka). W badaniach tych identyfikowano alergeny posługując się technikami SDS-PAGE i IgE-immunoblottingu, jak również testami inhibicji ELISA [9]. Dostępność cDNA kodującego Bet v 1 i Bet v 2 (alergenne białka pyłku brzozy) umożliwiła stworzenie rekombinowanych alergenów, dzięki którym możliwe było wykrycie (poprzez test inhibicji) homologicznych białek – w owocach, warzywach i przyprawach – prowadzących do syndromu alergii pyłkowo-pokarmowej [36]. IgE-immunoblotting i test inhibicji wiązania IgE wykazały szeroką reaktywność krzyżową między przyprawami i białkami pochodzenia pyłkowego. Za pomocą przeciwciał monoklonalnych przeciwko reagującemu krzyżowo alergenom pyłków (profiliny, Bet v 1) wykryto homologiczne białka w prawie każdym rodzaju analizowanej przyprawy. Pozwoliło to na sformułowanie wniosku, że alergia na przyprawy rzadko jest autonomicznym, niezależnym uczuleniem, ale raczej konsekwencją alergii na pyłki, wynikającą z reaktywności krzyżowej [9].

Badania przeprowadzone w Austrii dowodzą, że w anyżu, kuminie, kolendrze i koprze włoskim występują alergeny identyczne z profiliną, które mogą powodować reakcję alergiczną typu natychmiastowego z udziałem przeciwciał klasy IgE. Badaniom poddano surowice 15 pacjentów, którzy wykazywali niepożądaną reakcję na przyprawy lub przyprawioną żywność. Oceniano zdolność wiązania IgE do ekstraktów ww. przypraw, stosując technikę immunoblottingu i testu inhibicji. Wykorzystanie monoklonalnych przeciwciał anti-Bet v 1 i poliklonalnych króliczych przeciwciał anti-profilinowych ujawniło obecność reagujących krzyżowo alergenów w badanych ekstraktach przypraw. W teście inhibicji wykazano, że wiązanie IgE do alergenów przypraw z rodziny *Apiaceae* może być blokowane przez preinkubację surowic z profilinami brzozy: rBet v 1 lub rBet v 2. Oprócz homologów profilin: Bet v 1 i Bet v 2 o masie $12 \cdot 10^3$ - $17 \cdot 10^3$ Da wykryto reagujące krzyżowo molekuly o masie molekular-

nej rzędu $60 \cdot 10^3$ Da [15]. Wykryte w anyżu homologi Bet v 1 i profiliny nazwano Pim a 1 i Pim a 2, w kuminie – Cum c 1, Cum c 2, w koprze włoskim – Foe v 1 i Foe v 2 oraz w kolendrze – Cor s 1 i Cor s 2 [31]. Wiązanie IgE do alergenów przypraw zdarzało się tylko z surowicami 10 na 15 (66 %) pacjentów z alergią na pyłki (brzozy, bylicy) i/lub seler. U 5 na 15 pacjentów ze stwierdzoną alergią na przyprawy i brakiem alergii na pyłki (brzozy, bylicy) i seler nie wykazano wiązania IgE do żadnego białka przypraw. Możliwe więc, że te ostatnie kliniczne reakcje mogą być powodowane przez inne typy nadwrażliwości (typ II, III, IV). Ze względu na to, że przyprawy zawierają wysoko reaktywne substancje objawy mogą równie dobrze być klasyfikowane jako nietolerancja pokarmowa. Badania dowiodły, że Bet v 1 i profilino-podobne alergeny mogą wraz z alergicznymi molekułami o wyższej masie cząsteczkowej być odpowiedzialne za typ I alergii na przyprawy z rodziny *Apiaceae*: anyż, koperek, kolendrę czy kumin [15]. W przypadku kolendry (*Coriandrum sativum* L) opisywane są przypadki wstrząsu anafilaktycznego po jej spożyciu [7]. Według danych literaturowych na temat nasion kopru włoskiego, zwanego fenkułem, ryzyko wystąpienia alergii jest wysokie, wykryto w nich alergeny o masie $67 \cdot 10^3$ - $75 \cdot 10^3$ Da, których jednak nie scharakteryzowano. W nasionach kopru nie potwierdzono obecności homologów Bet v 1 i alergenów podobnych do profilin oraz alergenów o masie $60 \cdot 10^3$ Da występujących w świeżym koprze włoskim [34].

Bardzo popularną przyprawą z rodziny *Apiaceae* jest pietruszka (*Petroselinum crispum*) w postaci świeżych lub wysuszonych liści zwanych natką. W niej również wykryto homologi Bet v 1 i profilin, które nazwano odpowiednio Pet c 1 ($17,5 \cdot 10^3$ Da) i Pet c 2 ($14 \cdot 10^3$ Da) [31].

Badania alergenów pieprzu i papryki wykazały, że reaktywność krzyżowa IgE u osób z syndromem alergii bylica-brzoza-seler-przyprawy do przypraw – pieprzu i papryki nie jest powodowana przez homologi Bet v 1 i profilin. W pracy tej wykorzystano 22 surowice od pacjentów z syndromem alergii bylica-brzoza-seler-przyprawy i scharakteryzowano wiązanie ich IgE do przypraw: pieprzu (zielonego i czarnego) i papryki (przyprawę stanowią wysuszone i zmielone owoce pieprzowca rocznego – *Capsicum annuum*) [9, 23, 34]. W przypadku ekstraktu pieprzu 16 na 22 (73 %) surowic pacjentów wykazało wiązanie do niego IgE, przy czym 15 na 16 (93 %) testowanych surowic wykazało najsilniejsze wiązanie IgE do molekuł o masie $28 \cdot 10^3$ i $60 \cdot 10^3$ Da (najwyraźniejsze ścieżki w immunoblottingu). Z kolei 21 na 22 (95 %) surowic pacjentów z syndromem alergicznym rozpoznawało alergeny papryki w zakresie masy $23 \cdot 10^3$ - $50 \cdot 10^3$ Da [9, 23]. Zatem immunoblotting pozwolił wyodrębnić główne alergeny pieprzu o masie cząsteczkowej $28 \cdot 10^3$ i $60 \cdot 10^3$ Da oraz papryki o masie $23 \cdot 10^3$ Da i wyższej masie cząsteczkowej (do $50 \cdot 10^3$ Da) [23]. W teście inhibicji ekstrakt bylicy, pyłku brzozy i selera znacząco redukowały wiązanie IgE do alergenów pieprzu i papryki. Jednakże nie osiągnięto inhibicji wiązania IgE po preinkubacji

surowic z rBet v 1 i rBet v 2, co dowiodło, iż żaden homolog tych brzożowych białek alergicznych nie jest alergenem w ekstraktach pieprzu i papryki. Analiza N-terminalnej sekwencji alergenów pieprzu o masie cząsteczkowej $14 \cdot 10^3$ i $28 \cdot 10^3$ Da i alergenu papryki o masie $23 \cdot 10^3$ Da ujawniła brak homologii do poznanych alergenów. Alergen pieprzu o masie cząsteczkowej $28 \cdot 10^3$ Da został zidentyfikowany jako homolog białka kiełkowania pszenicy (wheat germin – białko GLP) [31], a alergen papryki o masie $23 \cdot 10^3$ Da nazwany Cap a 1 w – jako białko podobne do osmotyny, związane z patogenezą w pomidorze P23 [23, 31].

Warto wspomnieć, że w papryce poza „Cap a 1 w” wykryto i scharakteryzowano inne alergeny m.in. Cap a 1 – białko podobne do taumatyny. Przypuszcza się, że działanie alergizujące wykazuje także enzym uczestniczący w procesach dojrzewania papryki – β -1,4-glukozydaza. Potwierdzenie tego wymaga jednak dalszych badań. Stwierdzono też obecność profilin, a w niektórych odmianach papryki białka Bet v 1 [34]. Białka homologiczne do profilin zostały oznaczone jako Cap a 2, a ich obecność stwierdzono w papryce o wydłużonych strąkach (bell peppers) [38]. Zależnie od odmiany papryki, mogą również ulegać/nie ulegać w niej ekspresji homologi Bet v 1 i białka związanego z patogenezą (P23) [16]. Dodatkowo odnotowano przypadek reaktywności krzyżowej między papryką i alergenami lateksu [12]. W przypadku papryki ostrej ryzyko wystąpienia alergii szacowane jako wysokie, może wywołać wstrząs anafilaktyczny [37], zaś papryki słodkiej jako średnie. Alergia na słodką paprykę spotykana jest u pacjentów uczulonych na lateks, ten rodzaj alergii krzyżowej nosi nazwę syndromu lateksowo-owocowego i występuje często u dzieci [34].

Główne alergeny przypraw odpowiedzialne za reakcje krzyżowe są homologami alergenu pyłku brzozy Bet v 1 [15], panalergenu profiliny [10, 35, 38], białek zapasowych, przechowalnych nasion, takich jak białka kiełkowania (germins) i im podobne (GLP) [6, 17] lub albuminy 2S [31]. U osób uczulonych na pyłki brzozy (zawierające mn. białko Bet v 1) i bylicy pospolitej lub seler często pojawiają się reakcje alergiczne po spożyciu anyżu, kminku, kolendry lub kopru włoskiego. Z kolei przyprawy takie, jak: papryka, pieprz, gałka muskatołowa, cynamon, imbir mogą wywołać objawy alergii pokarmowej u osób uczulonych na pyłki roślin zielnych, zaś curry – u osób uczulonych na pyłki brzozy, olchy i leszczyny [34].

Ziarna sezamu są znane jako silne alergeny, powodujące ostre reakcje u uczulonych osób z dużym ryzykiem szoku anafilaktycznego [4]. Są wymienione na podstawowej liście europejskiej klasyfikującej 12 alergenów pokarmowych (dyrektywa 2003/89/EC), w doustnym podaniu dawka 30 mg ziarna sezamu lub 1 - 5 ml oleju sezamowego może wzbudzić reakcję alergiczną u osób uczulonych. Zidentyfikowano do tej pory kilka alergennych protein w sezamie, są to: uboga w siarkę 2S albumina (Ses i 1; $10 \cdot 10^3$ Da), bogata w siarkę 2S albumina (Ses i 2; $7 \cdot 10^3$ Da) i 7S globulina

wicylinopodobna (Ses i 3; $45 \cdot 10^3$ Da) [6, 29, 32], białka oleozyny: Ses i 5 o masie $15 \cdot 10^3$ Da i Ses i 4 o masie $17 \cdot 10^3$ Da [29, 31].

W przypadku czosnku stwierdzono, że ryzyko wystąpienia alergii jest wysokie [34]. Na uwagę zasługuje fakt, że udało się wykryć główny alergen czosnku (*Allium sativum*), jednej z najbardziej ulubionych i często stosowanych przypraw wykorzystywanych kulinarnie na świecie [20]. Badania prowadzono na grupie pacjentów z Tajwanu ze stwierdzoną alergią na czosnek. Ekstrakt białek czosnku został rozdzielony metodą SDS-PAGE i dwuwymiarowej elektroforezy, następnie wykonano immunoblotting z użyciem surowic alergicznych pacjentów. Na 15 testowanych próbek surowic wszystkie wykazały wiązanie IgE do białek ekstraktu czosnku. Masa cząsteczkowa białek wiążących IgE wahała się w zakresie od $31 \cdot 10^3$ do $60 \cdot 10^3$ Da. Najsilniej wiążącym IgE alergenem czosnku było białko o masie cząsteczkowej około $56 \cdot 10^3$ Da, wiązane przez wszystkie 15 surowic. Inne białka wiążące IgE o różnych masach cząsteczkowych zostały wykryte z częstością mniejszą niż 30 %. Główne białka swoiste dla IgE analizowano metodą sekwencjonowania aminokwasów i spektrometrii masowej. Domniemane alergeny zostały później oczyszczone metodą chromatografii. Alergenność i reaktywność krzyżowa oczyszczonych białek była analizowana metodą immunoblottingu, oksydacji nadjodanem (periodate), testami skórnymi i testami inhibicji wiązania IgE. Głównym alergenem czosnku okazał się enzym – allinaza zidentyfikowana za pomocą spektrometrii masowej i degradacji Edmana, zsekwencjonowana i oczyszczona przez użycie dwuetapowej metody chromatograficznej. Testy skórne wykazały, że oczyszczone białko wywołuje mediowaną przez IgE nadwrażliwość u pacjentów z alergią na czosnek. Czosnkowa allinaza wykazała silną reaktywność krzyżową z allinazami z innych gatunków należących do rodzaju *Pallium*, takich jak: por, szalotka i cebula. W związku z tym osoby uczulone na czosnek mogą wykazywać objawy alergii także po spożyciu tych roślin cebulowych. Szerokie występowanie allinazy w obrębie rodzaju *Allium* sugeruje, że może być ona nowym reagującym krzyżowo alergenem [20].

W jednej z prac opisano przypadek pacjentki, 42-letniej kobiety, która doznała szoku anafilaktycznego po spożyciu żywności (kurczęcia z warzywami) doprawionej nieznanymi przyprawami. Kobieta tolerowała wcześniej tego typu posiłki i nie cierpiała na alergię. W związku z tym pod uwagę wzięto przyprawy użyte do tego dania. Badania *in vitro* i *in vivo* dowiodły, że pacjentka jest uczulona na alergen obecny w nasionach przypraw z rodziny *Apiaceae*. Sporządzono ekstrakty z nasion różnych przypraw (kolendry, kurkumy, kozieradki i 2 różnych gatunków curry) w buforze PBS o stężeniu 10 % (m/v) do testu skórnego, w którym uzyskano pozytywny wynik w przypadku obydwu gatunków curry i kolendry. Testy skórne z udziałem owoców, warzyw, jaj, mleka, orzechów, ryb i lateksu były negatywne. Pozytywny był poziom IgE specyficznych dla białek curry (82,4 kU/l), sezamu (4,7 kU/l), ziaren *Apiaceae*:

kolendry (47,8 kU/l), anyżu (42,1 kU/l) i kuminu (17,5 kU/l). Negatywny wynik uzyskano w przypadku należących do tej samej rodziny: kopru włoskiego, koperku, pietruszki, marchwi, gorczycy i innych przypraw (oregano, cardamonu, goździków, estragonu), pyłków brzozy, bylicy, trawy. SDS-PAGE ekstraktów z kolendry wykazał obecność kilku białek o wysokiej masie cząsteczkowej. Najsilniejszą reakcję stwierdzono w przypadku białka o masie cząsteczkowej $11 \cdot 10^3$ Da. Alergeny o podobnej masie zidentyfikowano w innych ziarnach roślin z rodziny *Apiaceae* (anyżu, kminku, kuminu, pietruszce oraz ich brak w sezamie i gorczycy. Oczyszczone białko $11 \cdot 10^3$ Da wywoływało silną inhibicję wiązania IgE do wykrytych alergenów przypraw. Z udziałem surowicy uczulonej pacjentki wykryto obecność alergenów w 2 komercyjnych gatunkach curry i mieszance przyprawowej. Analiza takich właściwości, jak: masa cząsteczkowa, odporność na działanie czynnika redukującego (2-merkaptotanol (2-ME) dzieli albuminę 2S na 2 mniejsze podjednostki) i nie wykazująca homologii N-terminalna sekwencja aminokwasowa wykazała, że ten alergen nie należy do rodziny albuminy 2S. Albuminy 2S są powszechnymi alergennymi białkami, zidentyfikowanymi jako główne alergeny pokarmowe w wielu jadalnych ziarnach, takich jak: gorczyca (Sin a 1), sezam (Ses i 1) i orzechy (włoskie, brazylijskie, ziemne) [24]. Białka ziaren albuminy 2S są odporne na trawienie żołądkowo-jelitowe [31]. Przyprawy z rodziny *Apiaceae* zawierają alergen, obecny w powszechnie dostępnych mieszankach przyprawowych i curry, różny od dobrze poznanej albuminy 2S, która ulega szerokiej ekspresji w wielu różnych gatunkach należących do tej samej rodziny [24]. Wysoką korelację między IgE wiążącymi się do albuminy 2S a anafilaksją indukowaną przez żywność wykazano w przypadku ziaren sezamu [6].

Silnymi właściwościami alergennymi charakteryzuje się również anyż (*Pimpinella anisum L*), należący do rodziny *Apiaceae*, aromatycznej rośliny pochodzącej z regionu wschodniośródmorskiego, stosowanej jako aromat i przyprawa do ciast, konserw, sosów, ryb i mięsa oraz w produkcji likierów [14]. Odnotowano przypadek natychmiastowej nadwrażliwości na likier anyżowy, a właściwie – jak później dowiedziano – na anyż wchodzący w jego skład. Był to przypadek mężczyzny, który cierpiał na powtarzające się epizody pokrzywki języka po spożyciu likieru anyżowego. Oznaczono poziom specyficznych IgE w surowicy pacjenta za pomocą testu radioalergo-sorpcyjnego (RAST) i uzyskano następujące wyniki: 0,4 kU/l w stosunku do ekstraktu z anyżu, 0,6 kU/l w stosunku do ziaren wyki i kuminu, zaś $< 0,35$ kU/l w stosunku do nasion kopru włoskiego, kolendry i ekstraktów z likieru anyżowego. Została przeanalizowana również masa cząsteczkowa białek wiążących IgE za pomocą SDS-PAGE immunoblottingu: wyraźne i szerokie pasma wiążące IgE dotyczyły molekuł o masie $12,9 \cdot 10^3$ – $13,7 \cdot 10^3$ Da w ekstraktach anyżu i wyki, natomiast w ekstraktach kuminu IgE wiązały molekuły o masie $15 \cdot 10^3$ – $17,5 \cdot 10^3$ Da. Nie zaobserwowano reakcji immunologicznej w ekstraktach z 2 różnych gatunków likieru anyżowego. Od czasu, gdy

pacjent unikał spożycia anyżu, nie wykazywał objawów nadwrażliwości. Test skórny na ekstrakt anyżowy wykazał wynik negatywny po 20 miesiącach od zaprzestania spożywania likieru anyżowego [14].

Potwierdzeniem alergizującego działania anyżu może być inna praca badawcza, w której wzięto pod uwagę przypadek kobiety cierpiącej na zawodową alergię na anyż, objawiającą się dolegliwościami żołądkowo-jelitowymi i zapaleniem spojówek oraz nosa. Przeanalizowano masę cząsteczkową alergenów metodą SDS-PAGE i immunoblottingu, a także reaktywność krzyżową wśród gatunków należących do rodziny *Apiaceae* za pomocą testu inhibicji immunoenzymatycznej. Testy skórne wykazały pozytywną natychmiastową odpowiedź na ekstrakty anyżu, kminku, kolendry, kuminu, koperku i kopru włoskiego oraz intensywną późną odpowiedź na anyż. Negatywny wynik uzyskano w testach skórnych z udziałem ekstraktów selera, marchwi, pyłku brzozy i bylicy. Pozytywne okazały się także wyniki testu prowokacji drogą nosową i drogą doustną na anyż. Oszacowano zawartość białka i węglowodanów w ekstraktach z przypraw (anyż, kminek, kolendra, kumin i koperek), uzyskując następujące wartości: zawartość białka $23,7 \pm 9,7$ %, zawartość heksozy $20,1 \pm 7,8$ % i zawartość pentozy $10,6 \pm 6,2$ %. Analizowane ekstrakty metodą SDS-PAGE zawierały białko w zakresie mas od $14 \cdot 10^3$ do $70 \cdot 10^3$ Da. Masy cząsteczkowe najbardziej dominujących białek wynosiły w przybliżeniu: (44 do 50; 30 do 33; 18 do 20) $\cdot 10^3$ Da. SDS-PAGE immunoblotting ekstraktów ujawnił pasma wiązania IgE molekuł o następujących masach: (48, 42, 39, 37, 34, 33 i 20) $\cdot 10^3$ Da w ekstraktach z anyżu, (54, 42, 38, 31 i 20) $\cdot 10^3$ Da w ekstrakcie z kminku, (66,5; 51,6; 43; 38; 32; 28; 25,8 i 19) $\cdot 10^3$ Da w ekstrakcie z kuminu, (57, 42, 38, 33 i 20) $\cdot 10^3$ Da w ekstrakcie z kopru włoskiego, (57; 50; 39,5; 34 i 20) $\cdot 10^3$ Da w ekstrakcie z kolendry [13].

Na uwagę zasługuje przypadek pacjenta, który wykazywał objawy kataru i astmy w wyniku kontaktu z przyprawami wykorzystywanymi w jego pracy. Pacjent wykazywał pozytywny natychmiastowy test skórny na paprykę (*Solanaceae*), kolendrę (*Apiaceae*) i gałkę muszkatołową (*Myristica fragrans*, rodzina *Myristicaceae*). Potwierdzeniem uczulenia było wykrycie w jego surowicy przeciwciał IgE specyficznych dla papryki, kolendry i gałki muszkatołowej za pomocą testu ELISA. Przez test inhibicji ELISA stwierdzono częściową reaktywność krzyżową wśród molekuł wiążących IgE między papryką a gałką muszkatołową. Dzięki immunoblottingowi uwidoczniło 2 zdolne do wiązania IgE pasma: odpowiadające molekułom o masie $20 \cdot 10^3$ i $40 \cdot 10^3$ Da w ekstrakcie z gałki muszkatołowej oraz $50 \cdot 10^3$ i $56 \cdot 10^3$ Da w ekstrakcie z kolendry. Żadnego białka reagującego krzyżowo nie wykryto w ekstrakcie z papryki. Specyficzny oskrzelowy test prowokacji wziewnej wykazał natychmiastową reakcję astmatyczną na ekstrakty z papryki, kolendry i gałki muszkatołowej z maximum opadania w FEV_1 odpowiednio 26 %, 40 % i 30 %, bez późnych reakcji astmatycznych. Inhalacja pyłów papryki, kolendry i gałki muszkatołowej może skutkować reakcją mediowaną przez

IgE na te przyprawy. U wymienionego pacjenta zawodowa astma była spowodowana przez przyprawy z botanicznie niespokrewnionych gatunków [30].

Podjęto również próbę scharakteryzowania alergenów szafranu, rośliny uprawianej powszechnie w Hiszpanii w celach komercyjnych [10]. Szafran jest najdroższą przyprawą świata otrzymywaną z wysuszonych pręcików i znamion słupka kwiatowego szafranu uprawnego. Jako przyprawa występuje w postaci nitek i proszku. W pyłku i pręcikach wykryto obecność alergenów podobnych do profilin. W literaturze są opisywane przypadki wstrząsu anafilaktycznego po jego spożyciu [39]. Feo i wsp. [10] przeprowadzili badania dwóch grup pacjentów: osób pracujących z szafranem i nie narażonych na kontakt z nim. Surowice obydwu grup pacjentów z pozytywnymi testami skórnymi na ekstrakty z pyłku szafranu i pręcików zostały analizowane *in vitro* za pomocą testu radioalergosorpcyjnego (RAST) i immunoblottingu, z wykorzystaniem obydwu ekstraktów. Alergeny szafranu (obecne w pyłku i pręcikach) zostały scharakteryzowane metodą SDS-PAGE immunoblottingu. W obydwu badanych ekstraktach wykazano, na podstawie reakcji z udziałem wszystkich surowic alergicznych pacjentów, obecność alergenu o masie $15,5 \cdot 10^3$ Da o naturze profiliny, który został później oczyszczony na drodze chromatografii. Żadne alergiczne molekuly nie zostały znalezione w słupkach. Reaktywność krzyżowa ekstraktów szafranu została oceniona przez test inhibicji RAST w odniesieniu do innych pyłków powszechnie powodujących uczulenie w tym samym obszarze badań. Najwyższy poziom inhibicji uzyskany przy stężeniu 10 mg/ml był odpowiednio 90, 47, 40 i 20 % z szafranem (*Crocus salivus*), oliwką (*Olea*), solanką (*Salsola*) i zycią (*Lolium*). Zatem znaczny stopień reaktywności krzyżowej został wykazany między szafranem, oliwką, solanką, zycią.

Sproszkowane nasiona kozieradki, służące jako przyprawa i będące składnikiem mieszanek przyprawowych (m.in. curry) także zawierają kilka potencjalnych alergenów. Średnio alergizujące białka kozieradki zostały zidentyfikowane przez grupę norweskich badaczy metodą immunoblottingu, z wykorzystaniem surowic 29 pacjentów z IgE specyficznymi dla orzechów ziemnych i innych roślin strączkowych. Dowiedziano w ten sposób, że uczulenie na kozieradkę może być konsekwencją reaktywności krzyżowej u pacjentów z alergią na orzechy ziemne. Wysoki poziom IgE specyficznych dla kozieradki i orzecha ziemnego został stwierdzony w większości surowic. Zidentyfikowano główne alergeny kozieradki najsilniej wiążące IgE o masie $50 \cdot 10^3$, $52 \cdot 10^3$ i $74 \cdot 10^3$ Da oraz orzecha ziemnego o masie $22 \cdot 10^3$, $36 \cdot 10^3$ i $40 \cdot 10^3$ Da. Badania te dowiodły wysokiego poziomu reaktywności krzyżowej kozieradki w stosunku do orzecha ziemnego [22]. Z kolei reakcje krzyżowe między roślinami należącymi do rodziny, do której należy kozieradka (motylkowate) są rzadkie, jednak u osób nadwrażliwych mogą wystąpić objawy po spożyciu groszku lub soi [34].

Zidentyfikowano również główne alergeny nasion gorczycy należącej do rodziny *Brassicaceae*, które są białkami przechowalniczymi nasion. Z gorczycy białej wyizo-

lowano alergen Sin a 1 o masie $14 \cdot 10^3$ Da, odporny na działanie wysokiej temperatury i enzymów proteolitycznych, z kolei z gorczycy sarepskiej – podobny do obecnego w gorczycy białej alergen o masie $14 \cdot 10^3$ Da, któremu nadano nazwę Bra j 1. Ryzyko alergii po spożyciu gorczycy jest określane jako średnie. Mimo to odnotowano przypadki wystąpienia reakcji anafilaktycznej po spożyciu musztardy [18, 26]. Badania francuskich naukowców wykazały, że alergia na gorzycę dotyka zarówno dorosłych, jak i dzieci, może się ona ujawnić bardzo wcześnie (przed 3 rokiem życia) i dotyczy ok. 1,1 % dzieci ze stwierdzoną alergią pokarmową [34]. Znane są reakcje krzyżowe między alergenem rzepakowym Bn III i alergenem gorczycy Sin a 1 [27], jak również pomiędzy gorzycą a nasionami słonecznika i rącznika pospolitego [34].

W przypadku oregano, nazywanego w Polsce dzikim majerankiem lub macierzanką wysoką, stwierdzono silną zdolność tej przyprawy do alergizacji. Do tej pory alergeny, podstawowej przyprawy używanej do spaghetti i pizzy, będącej składnikiem ziół prowansalskich, nie zostały scharakteryzowane. Alergia pokarmowa na oregano występuje rzadko, aczkolwiek w literaturze opisano przypadki wystąpienia objawów alergicznych np. po spożyciu pizzy, w tym wstrząsu anafilaktycznego [5, 34].

Średnio alergizujące działanie przypisuje się bazylii – przyprawie, którą stanowią suszone liście bazylii pospolitej. Alergia pokarmowa na tę przyprawę, wchodzącą w skład ziół prowansalskich, występuje rzadko, a jej alergeny nie zostały jeszcze dokładnie scharakteryzowane. Wiadomo tylko, że pomiędzy bazylią a innymi roślinami z rodziny wargowych (*Lamiaceae*) takimi, jak: mięta, oregano, lawenda, majeranek, tymianek, szalwia może występować zjawisko alergii krzyżowej [34].

Podobnie, jak w przypadku bazylii, średnie ryzyko wystąpienia alergii dotyczy cynamonu – przyprawy dostępnej w formie proszku oraz lasek cynamonowych, czyli wysuszonej kory cynamonowca. Przyprawa ta jest przyczyną głównie alergii kontaktowej [1, 21], niekiedy pokarmowej. Zaobserwowano, że wywołuje potnicę i obrzęk dziąseł po doustnym podaniu. Głównym zidentyfikowanym jej alergenem jest aldehyd cynamonowy będący składnikiem olejku cynamonowego, którego zawartość w roślinie waha się od 0,8 do 1,5 % [34].

Przyprawa uzyskiwana z owoców kminku zwyczajnego w całości lub w postaci zmielonej wykazuje średnie działanie alergizujące, najbardziej narażone na jej działanie są osoby uczulone na pyłek brzozy i/lub bylicy oraz seler [34]. W literaturze opisano przypadki wstrząsu anafilaktycznego po spożyciu tej przyprawy [19].

Dotąd nie scharakteryzowano alergenów występujących w goździkach – przyprawie tworzonej przez wysuszone pąki kwiatu goździkowca korzennego, wchodzącej w skład curry. Jedynie oszacowano ryzyko wystąpienia alergii na tę przyprawę jako niewielkie. Podobnie, jak w przypadku jednej z najstarszych przypraw pochodzącej z Azji będącej m.in. składnikiem curry – imbiru. Stwierdzono tylko, że najczęściej imbir jest przyczyną alergii kontaktowej i wziewnej, rzadko – pokarmowej. Nie udało

się również scharakteryzować alergenów wanilii. Na podstawie obserwacji klinicznych stwierdzono, że wywołuje ona odpowiedź komórkową typu późnego (IV), podczas gdy większość przypraw jest przyczyną natychmiastowej reakcji alergicznej organizmu [34].

Właściwości alergizujące mieszanek przyprawowych określane są jako wysokie i wynikają z alergizującego działania poszczególnych składników. Najpopularniejsze w Polsce to curry i zioła prowansalskie. W skład curry wchodzi: kurkuma, kozieradka, gałka muszkatołowa, kolendra, pieprz czarny, goździki, czosnek, cynamon, kardamon, chili, kmin rzymski, imbir, sól, glutaminian sodu [34]. W przypadku curry odnotowano po jej spożyciu wstrząs anafilaktyczny [28]. Natomiast składnikami ziół prowansalskich są: rozmaryn, bazylia, tymianek, szalwia, mięta pieprzowa, estragon, cząber ogrodowy, lebiodka, majeranek [34].

Białka gałki muszkatołowej są słabymi alergenami. Powodują one głównie alergię kontaktową, zaś w przypadku alergii pokarmowej objawy występują rzadko. Alergiczne reakcje krzyżowe zaobserwowano między gałką muszkatołową a kwiatem muszkatołowym [34].

Przyczyną alergii kontaktowej są również kardamon i rozmaryn, ale ryzyko alergii z ich udziałem jest niewielkie [34].

Niewielkie ryzyko alergii stwarzają także takie przyprawy, jak: liść laurowy, majeranek, tymianek, trybula, szalwia. W przypadku liścia laurowego przyprawę stanowią wysuszone liście wawrzynu szlachetnego, a właściwości alergizujące wykazuje prawdopodobnie pyłek wawrzynu. Alergenów majeranku nie scharakteryzowano. Wiadomo tylko, że u osób uczulonych na majeranek mogą wystąpić objawy alergiczne po spożyciu oregano. Mimo niskiego ryzyka wystąpienia alergii odnotowano przypadek wstrząsu anafilaktycznego [5] na tymianek. U osób uczulonych na tymianek i szalwię objawy alergii mogą wystąpić po spożyciu oregano, majeranku, bazylii, szalwii czy mięty należących do tej samej rodziny – wargowych [34].

Podsumowanie

Przyprawy są szeroko stosowane w kuchni na całym świecie. Przegląd literatury wykazuje, że wiele z nich ma działanie alergizujące. Alergia na przyprawy jest zjawiskiem rzadkim (2 - 4 % osób z alergią pokarmową), co nie oznacza, że może być lekceważona. Argumentem za rozwojem badań w tym zakresie jest to, że odnotowano wiele przypadków wstrząsu anafilaktycznego po spożyciu niektórych przypraw. W wielu przypadkach alergia na przyprawy jest chorobą zawodową osób pracujących w fabrykach przypraw lub przy produkcji wyrobów spożywczych z ich udziałem. Część alergenów przypraw udało się scharakteryzować, jednak zdecydowana większość nie została jeszcze zidentyfikowana. W związku z tym ważne jest prowadzenie dalszych badań w celu poznania biologicznej i chemicznej natury alergenów przypraw, by

zmniejszyć ryzyko wystąpienia reakcji alergicznych po np. nieświadomym spożyciu alergenu lub zmniejszyć alergenicność przypraw.

Literatura

- [1] Ackermann L., Aalto-Korte K., Jolanki R., Alanko K.: Occupational allergic contact dermatitis from cinnamon including one case from airborne exposure. *Contact Dermatitis*, 2009, **60**, 96-99.
- [2] Anliker M.D., Borelli S., Wüthrich B.: Occupational protein contact dermatitis from spices in a butcher: A new presentation of the mugwortspice syndrome. *Contact Dermatitis*, 2002, **46**, 72-74.
- [3] Arias Irigoyen J., Talavera Fabuel A., Maranon Lizana F.: Occupational rhinoconjunctivitis from white pepper. *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, 2003, **13**, 213-215.
- [4] Asero R., Mistrello G., Roncarolo D., Antonioti P.L., Falagiani P.: A case of sesame seed-induced anaphylaxis. *Allergy*, 1999, **54**, 526-527.
- [5] Benito M., Jorro G., Morales C., Pelaez A., Fernandez A.: *Labiatae* allergy: systemic reactions due to ingestion of oregano and thyme. *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 1996, **76**, 416-8.
- [6] Beyer K., Bardina L., Grishina G., Sampson H.A.: Identification of sesame seed allergens by 2-dimensional proteomics and Edman sequencing: Seed storage proteins as common food allergens. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2002, **110**, 154-159.
- [7] Bock S.A.: Anaphylaxis to coriander: A sleuthing story. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1993, **91**, 1232-1233.
- [8] Cueva B., Izquierdo G., Crespo J.F., Rodriguez J.: Unexpected spice allergy in the meat industry. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2001, **108**, 144.
- [9] Ebner C., Jensen-Jarolim E., Leitner A., Breiteneder H.: Characterization of allergens in plant-derived spices: *Apiaceae* spices, pepper (*Piperaceae*), and paprika (bell peppers, *Solanaceae*). *Allergy*, 1998, **53**, 52-54.
- [10] Feo F., Martinez J., Martinez A., Galindo P.A., Cruz A., Garcia R., Guena F., Palacios R.: Occupational allergy in saffron workers. *Allergy*, 1997, **52**, 633-641.
- [11] Foti C., Carino M., Cassano N., Panebianco R., Vena G.A., Ambrosi L.: Occupational contact urticaria from paprika. *Contact Dermatitis* 1997, **37**, 135.
- [12] Gallo R., Cozzani E., Guarrera M.: Sensitization to pepper (*Capsicum annuum*) in a latex-allergic patient. *Contact Dermatitis*, 1997, **37**, 36-37.
- [13] Garcia-González J.J., Bartolomé Zavala B., Fernandez-Melendez S. et al: Occupational rhinoconjunctivitis and food allergy because of aniseed sensitization. *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 2002, **88**, 518-522.
- [14] Gázquez García V., Gaig Jané P., Bartolomé Zavala B.: Aniseed-Induced Nocturnal Tongue Angioedema. *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, 2007, **17** (6), 406-408.
- [15] Jensen-Jarolim E., Leitner A., Hirschwehr R.: Characterization of allergens in *Apiaceae* spices: Anise, fennel, coriander and cumin. *Clin. Exp. Allergy*, 1997, **27**, 1299-1306.
- [16] Jensen-Jarolim E., Santner B., Leitner A.: Bell peppers (*Capsicum annuum*) express allergens profilin, pathogenesis-related protein P23 and Bet v 1) depending on the horticultural strain. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 1998, **116**, 103-109.
- [17] Jensen-Jarolim E., Schmidt B., Bernier F.: Allergologic exploration of germins and germin-like proteins, a new class of plant allergens. *Allergy* 2002, **57**, 805-810.
- [18] Jorro G., Morales C., Braso J.V., Pelaez A.: Mustard allergy: Three cases of systemic reaction to ingestion of mustard sauce. *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, 1995, **5**, 54-56.
- [19] Joseph B.E.: Caraway seed allergy: a case report. *Ann. Allergy*, 1995, **74**, 55-6.

- [20] Kao S.H., Hsu Ch.H., Su S.N., Hor W.T., Chang T.W.H., Chow L.P.: Identification and immunologic characterization of an allergen, alliin lyase, from garlic (*Allium sativum*). J. Allerg Clin. Immunol., 2004, **113**, 1.
- [21] Kind F., Scherer K., Bircher A.J.: Allergic contact stomatitis in chewing gum mistaken as facial angioedema. Allergy, 2010, **65**, 276-277.
- [22] Kruse Fæste Ch., Namork E., Lindvik H.: Allergenicity and antigenicity of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) proteins in foods. J. Allergy Clin. Immunol. 2009, **123**, 187-194.
- [23] Leitner A., Jensen-Jarolim E., Grimm R.: Allergens in pepper and paprika. Immunologic investigation of the celery-birch-mugwortspice syndrome. Allergy, 1998, **53**, 36-41.
- [24] Manzanedo L., Blanco J., Fuentes M., Caballero M.L., Moneo I.: Anaphylactic reaction in a patient sensitized to coriander seed. Allergy 2004, **59**, 362-363.
- [25] Meding B.: Skin symptoms among workers in a spice factory. Contact Dermatitis, 1993, **29**, 202-205.
- [26] Monreal P., Botey J., Pena M., Marin A., Eseverri J.L.: Mustard allergy. Two anaphylactic reactions to ingestion of mustard sauce. Ann. Allergy, 1992, **69**, 317-320.
- [27] Monsalve R.I., Gonzalez de la Pena M.A., Lopez- Otin C.: Detection, isolation and complete amino acid sequence of an aeroallergenic protein from rapeseed flour. Clin. Exp. Allergy, 1997, **27**, 833-841.
- [28] Ohnuma N., Yamaguchi E., Kawakami Y.: Anaphylaxis to curry powder. Allergy 1998, **53**, 452-454.
- [29] Pastorello E.A., Varin E., Farioli L. et al: The major allergen of sesame seeds (*Sesamum indicum*) is a 2S albumin. J. Chromat. B Biomed. Sci. Appl., 2001, **756**, 85-93.
- [30] Sastre J., Olmo M., Novalvos A., Ibanez D., Lahoz C.: Occupational asthma due to different spices. Allergy, 1996, **51**, 117-120.
- [31] Schöll I., Jensen-Jarolim E.: Allergenic potency of spices: hot, medium hot, or very hot. Int. Arch. Allergy Immunol., 2004, **135**, 247-261.
- [32] Schöringhumer K., Cichna-Markl M.: Development of a Real-Time PCR Method To Detect Potentially Allergenic Sesame (*Sesamum indicum*) in Food. J. Agric. Food Chem., 2007, **55**, 10540-10547.
- [33] Schwartz H.J., Jones R.T., Rojas A.R., Squillace D.L., Yunginger J.W.: Occupational allergic rhinoconjunctivitis and asthma due to fennel seed. Ann. Allergy Asthma Immunol., 1997, **78**, 37-40.
- [34] Taraszewska A., Jarosz M.: Zioła a alergja pokarmowa. Wyd. BORGIS, Warszawa 2006.
- [35] Valenta R., Duchene M., Ebner C.: Profilins constitute a novel family of functional plant pan-allergens. J. Exp. Med., 1992, **175**, 377-385.
- [36] Valenta R., Kraft D.: Type I allergic reactions to plant-derived food: A consequence of primary sensitization to pollen allergens. J. Allergy Clin. Immunol., 1996, **97**, 893-895.
- [37] Vega de la Osada F., Esteve Krauel P., Alonso Lebrero E. Ibanez Sandin M.D., Munoz Martinez M.C., Laso Borrego M.T.: Sensitization to paprika: Anaphylaxis after intake and rhinoconjunctivitis after contact through airways. Med. Clin. (Barc.), 1998, **111**, 263-266.
- [38] Willeroider M., Fuchs H., Ballmer-Weber B.K.: Cloning and molecular and immunological characterisation of two new food allergens, Cap a 2 and Lyc e 1, profilins from bell pepper (*Capsicum annum*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*). Int. Arch. Allergy Immunol., 2003, **131**, 245-255.
- [39] Wüthrich B., Schmidt-Grendelmeyer P., Lundberg M.: Anaphylaxis to saffron. Allergy, 1997, **52**, 476-477.

SPICE AND HERB ALLERGENS

S u m m a r y

Some ingredients of spices & herbs can cause allergic reactions, either by themselves or while cross-reacting with allergens of other plants. They can trigger an inhalative, food, or contact allergy. In this paper, those allergens are characterized and described, which are responsible for eliciting an IgE-mediated hypersensitivity reaction. Moreover, there are also described the allergens that cause cross-reactivity between spices & herbs and pollen-derived proteins, among other things by pollens of mugwort, birch, and celery.

Key words: spices and herbs, allergens, allergy, cross-reactivity ✕

JUSTYNA BORAWSKA, WŁODZIMIERZ BEDNARSKI,
JOANNA GOŁĘBIEWSKA

CHARAKTERYSTYKA SACHARYDÓW MIODU ORAZ MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA *BIFIDOBACTERIUM* DO MODYFIKACJI ICH SKŁADU I WŁAŚCIWOŚCI

Streszczenie

Miód jest produktem o złożonym składzie chemicznym, w którym cukry stanowią ok. 80 %. Wśród cukrów ok. 90 % stanowią glukoza i fruktoza. Oligosacharydy występują w niewielkich ilościach, ale dzięki właściwościom prebiotycznym wpływają korzystnie na organizm człowieka.

Opracowanie zawiera krótką charakterystykę sacharydów miodu, w tym oligosacharydów wraz z ich znaczeniem fizjologicznym. Przedstawiono przykłady enzymatycznej modyfikacji sacharydów miodu w kierunku zwiększenia udziału prozdrowotnych oligosacharydów. Wskazano, że można w tym celu stosować *Bifidobacterium*, które wykazują aktywność enzymów glikolitycznych.

Przedstawiono wyniki badań własnych, w których wybrano dwa szczepy *Bifidobacterium*, wykazujące pożądaną aktywność enzymatyczną. Stwierdzono, że dominują w nich enzymy wewnątrzkomórkowe.

Słowa kluczowe: miód, sacharydy, enzymy glikolityczne, β -galaktozydaza, *Bifidobacterium* sp.

Wprowadzenie

Rozwój metod analitycznych pozwala na szczegółowe zbadanie składu miodu [3] oraz znaczenia poszczególnych jego składników dla zdrowia człowieka. Analizowane są: działanie na drobnoustroje (w tym patogeny), właściwości antybiotyczne, konserwujące, przeciwutleniające, przeciwnowotworowe oraz wpływ na układ odpornościowy – immunomodulacja i immunosupresja [6, 19, 26].

Skład miodu zależny jest od substratu oraz rejonu geograficznego, z którego pochodzi, a także pory roku i warunków środowiskowych [19]. Do tej pory w miodzie oznaczono 181 substancji chemicznych. Należą do nich: sacharydy, aminokwasy

i białka, związki lotne (np. kwasy, glukany, olejki eteryczne) i mineralne, witaminy, woda i inne. Wartość energetyczna miodu wynosi ok. 300 kcal/100 g produktu [7].

Miód jest źródłem sacharydów o korzystnych właściwościach biologicznych, pełniących funkcje energetyczne bądź prebiotyczne. Dotychczas zidentyfikowano ich ponad 40, z czego 2 monosacharydy (glukozę i fruktozę), 19 disacharydów, 15 trisacharydów, 4 oligosacharydy o dłuższym łańcuchu, a także dekstryny. Rozwój dziedziny wiedzy, zajmującej się wpływem fruktozy oraz oligosacharydów na zdrowie człowieka, uzasadnia potrzebę zainteresowania się wpływem sacharydów miodu na organizm konsumentów z uwzględnieniem modyfikacji ich właściwości prozdrowotnych.

Oligosacharydy, złożone z podjednostek glukozy, galaktozy i fruktozy, wykazują szereg korzystnych właściwości technologicznych i żywieniowych, a część z nich zaliczana jest do prebiotyków. Ich pozytywne oddziaływanie na organizm polega na selektywnej stymulacji wzrostu pałeczek mlekowych, głównie z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, bytujących w jelicie grubym człowieka. Zwiększenie populacji oraz aktywności fermentacyjnej tych bakterii ogranicza liczebność drobnoustrojów patogennych. Wzrost populacji bifidobakterii w przewodzie pokarmowym wpływa także na pracę tego układu (np. zapobiegając biegunkom, czy zmniejszając ryzyko nowotworów jelita grubego) oraz całego organizmu (poprzez immunomodulację, immunostymulację, obniżanie poziomu cholesterolu we krwi, zapobieganie osteoporozie i próchnicy) [14, 15, 21].

W biomacie bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* zidentyfikowano zewnątrz- i wewnątrzkomórkowe enzymy glikolityczne, z których te drugie charakteryzują się znacznie większą aktywnością enzymatyczną. W grupie biokatalizatorów przemian szlaku glikolitycznego zwraca się uwagę na α - i β -galaktozydazę [27, 28]. Enzymy te charakteryzują się zdolnością do katalizowania hydrolizy lub transgalaktozylacji wiązań α - bądź β -galaktozydowych, dlatego mogą być wykorzystywane w syntezie galaktooligosacharydów (GOS).

Celem przedstawionego opracowania jest charakterystyka składu i właściwości sacharydów miodu oraz wskazanie kierunków i możliwości enzymatycznej modyfikacji składu oligosacharydów miodu ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania *Bifidobacterium*.

Charakterystyka składu i właściwości oligosacharydów miodu

Zgodnie z definicją podaną przez Kączkowskiego [17] oligosacharydy są związkami zbudowanymi z nie więcej niż 10 reszt monosacharydów. Zwyczajowo dzieli się je na „di-, tri- i tetrasacharydy oraz na oligosacharydy zawierające większą liczbę reszt cukrów prostych w cząsteczce” [17]. Niektóre zaliczane są do prebiotyków.

Miód w około 80 % składa się z sacharydów. Stanowią one do 98 % jego suchej masy [13, 20], z czego w przeważającej ilości są to monosacharydy – glukoza i frukto-

za. Oligosacharydy stanowią zaledwie ok. 10 % wszystkich cukrów miodu, za wyjątkiem większej zawartości melecytozy w miodach spadziowych [9, 19]. Są to m.in.: sacharoza, trehaloza, trehaluloza, soforoza, laminaribioza, maltoza, maltuloza, nigeroz, turanoza, koibioza, palatynoza, celobioza, gencjiobioza, melibioza, izomaltoza, inulobioza, neotrehaloza, leukroza, 1-kestoza, teandroza, rafinoza, erloza, melecytoza, panoza, izopanoza, maltotrioza, izomaltotrioza, centoza, 6- α -glukozylosacharoza, 3- α -glukozyloizomaltoza oraz izomaltotetroza, izomaltopentoza, dekstrantrioza, stachioza, werbaskoza, arabogalaktomannan, a także dekstryny [9, 10, 13, 18]. W znacznej większości oligosacharydy pochodzą z substratu, czyli nektaru lub spadzi zależnych od pochodzenia geograficznego, dlatego niektóre z nich występują tylko w konkretnych odmianach miodu [8, 10].

Znaczna część znanych oligosacharydów miodu wykazuje właściwości prebiotyczne. Są to głównie fruktooligosacharydy (FOS), z czego najbardziej aktywną pod tym względem jest panoza [2].

Udowodniono prebiotyczne właściwości miodu, związane z obecnością oligosacharydów. Ich zawartość zależy przede wszystkim od źródła (rodzaju kwiatów), z którego pobierany jest nektar przez pszczoły [25]. Obecność oligosacharydów w miodzie jest związana z aktywnością α -D-glukozydazy pszczół, która katalizuje transfer grup α -D-glukopyranozylowych z sacharozy do innych sacharydów. W wyniku tej reakcji powstają głównie fruktooligosacharydy oraz inne oligosacharydy.

Miód uznaje się za naturalne źródło prebiotyków. Wskazane jest jego stosowanie jako składnika żywności prozdrowotnej. Na przykład Chick i wsp. [7] wykazali, że 5 % dodatek miodu do mleka odtłuszczonego zwiększa żywotność *B. bifidum* Bf-13 oraz wpływa na prowadzony przez nie proces fermentacji na korzyść wytwarzania kwasu mlekowego, ograniczając ilość syntetyzowanego kwasu octowego. Podobnie Shin i Ustunol [30] udowodnili korzystny wpływ dodatku miodu na wzrost bakterii: *B. longum* ATCC 15707, *B. adolescentis* ATCC 15705, *B. breve* ATCC 15700, *B. bifidum* ATCC 29521, *B. infantis* ATCC 15697 i stężenie wytwarzanych przez nie kwasów mlekowego i octowego. Oba zespoły korzystny wpływ przypisały obecności oligosacharydów. Autorzy udowodnili także zdolność inhibowania wzrostu bakterii niekorzystnych, tj.: *Clostridium perfringens* i *Eubacterium aerofaciens*, przez bifidobakterie podczas wzrostu na podłożu z dodatkiem miodu [25].

Procesy enzymatyczne w modyfikacji oligosacharydów

Aktualnie popyt na oligosacharydy jest duży i systematycznie rośnie. Poza przemysłem spożywczym wykorzystuje się je do produkcji kosmetyków i farmaceutyków, dlatego wciąż poszukiwane są nowe metody ich otrzymywania. W produkcji prebiotycznych oligosacharydów w dużym zakresie stosowane są procesy enzymatyczne [1,

5, 22]. Przykłady zastosowania enzymów do otrzymywania prebiotycznych oligosacharydów podano w tab. 1.

Tabela 1

Przykłady prebiotycznych oligosacharydów oraz metody ich otrzymywania.
Examples of pre-biotic oligosaccharides and methods of producing them.

Oligosacharydy Oligosaccharides	Surowce, metody otrzymywania Raw materials, production methods
Fruktooligosacharydy Fructooligosaccharides (FOS)	Cykoria, częściowa enzymatyczna hydroliza inuliny lub synteza z sacharozy z zastosowaniem β -fruktofuranazydazy Chicory, a partial enzymatic hydrolysis of inulin or synthesis from sucrose with the use of β -fructofuranosidase
Glukooligosacharydy Glucooligosaccharides	Produkowane z sacharozy jako donora glukozy transferowanej do maltozy (akceptora) z udziałem glikozylotransferazy Produced from sucrose regarded a glucose donor transferred to maltose (acceptor) with the use of glucosyl transferase
Izomaltooligosacharydy Isomaltooligosaccharides	Produkowane w procesie enzymatycznej hydrolizy skrobi z zastosowaniem α -glukozydazy o aktywności transglukozylacyjnej Produced in the process of enzymatic hydrolysis of starch using the α -glucosidase with transglucosylation activity
Laktosacharoza Lactosucrose	Produkowane z laktozy i sacharozy z zastosowaniem transglukozylacyjnej aktywności β -fruktofuranazydazy Produced from lactose and sucrose using the transglucosylation activity of β -fructofuranosidase
Galaktooligosacharydy Galactooligosaccharides (GOS)	Produkowane z laktozy w procesie transgalaktozytacji z zastosowaniem β -galaktozydazy Produced from lactose in the process of transgalactosylation using the β -galactosidase
Ksylooligosacharydy Xylooligosaccharides	Produkty enzymatycznej hydrolizy ksylanu lub arabinoksydanu np. z kolb kukurydzianych, owsa, pszenicy Products of enzymatic hydrolysis of xylan or arabinoksydanu such as from corn cobs, oats, wheat

Z udziałem enzymów z klasy hydrolaz prowadzone są dwa typy reakcji: rozkład polisacharydów do odpowiednich oligosacharydów lub synteza nowych oligosacharydów, przy dużym stężeniu monosacharydów. Wydajność syntezy prebiotyków w reakcjach prowadzonych z udziałem transferaz jest stosunkowo duża i mieści się w zakresie 10 - 43 % [12, 21].

Istnieje możliwość zastąpienia preparatów enzymatycznych komórkami drobnoustrojów, bez konieczności wyodrębniania z nich enzymów. Główną tego korzyścią jest znaczne zmniejszenie kosztów produkcji biopreparatów oraz eliminacja strat aktywności enzymów w procesie ich wydzielania.

Grubiak i Synowiecki [13] zastosowali komórki *E. coli* BL21 (DE3), które zostały transformowane wektorem zawierającym gen termostabilnej β -galaktozydazy z hipertermofilnego archeona *Pyrococcus wosei*. Autorzy stwierdzili, że preparat rekombinowanych komórek *E. coli* jest efektywnym katalizatorem reakcji syntezy galaktozylofruktozy z fruktozy i laktozy, o maksymalnej wydajności reakcji (30,52 g/l) w temp. 80 °C. Znane są także przykłady stosowania biomasy *Bifidobacterium* jako biokatalizatora w syntezie oligosacharydów [12, 27].

Charakterystyka aktywności enzymów glikolitycznych *Bifidobacterium*

Bifidobacterium sp. należą do naturalnej mikroflory przewodu pokarmowego ludzi i zwierząt [23]. Są to Gram-dodatnie, heterofermentatywne bakterie beztlenowe, których komórki mają kształt rozgałęzionych pałeczek [20]. Należą do grupy bakterii fermentacji mlekowej. Jako źródło węgla mogą wykorzystywać laktozę, glukozę, galaktozę, sacharozę lub fruktozę. Optymalne warunki ich rozwoju to środowisko o kwasowości odpowiadającej pH 6,5 - 7,0 i temp. 20 - 46 °C [26].

Bakterie z rodzaju *Bifidobacterium* sp. kolonizują błony śluzowe jelita człowieka, odgrywając korzystną rolę w funkcjonowaniu tego układu, jak i całego ustroju [27]. Większość bifidobakterii wykazuje aktywność antagonistyczną w stosunku do bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych. Substancjami wykazującymi tzw. niespecyficzną inhibicję są przede wszystkim kwas mlekowy i octowy, bakteriocyny oraz nadtlenek wodoru [16].

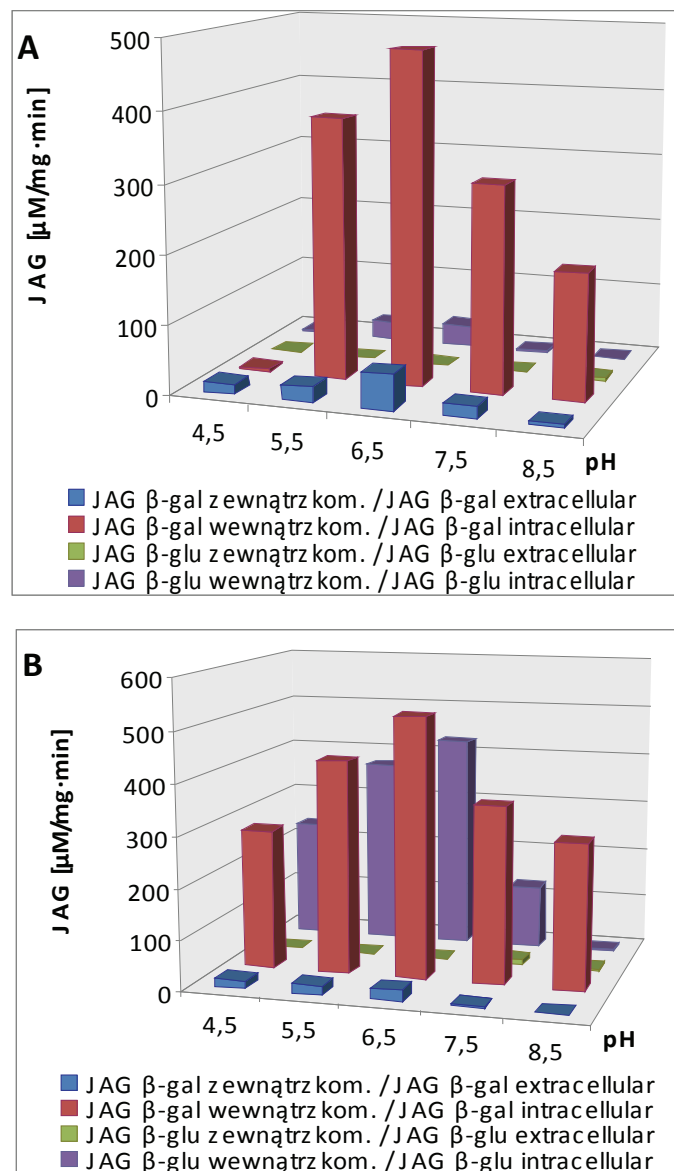
W biomacie bifidobakterii zidentyfikowano zewnątrz- i wewnątrzkomórkowe enzymy glikolityczne, z których te drugie wykazują znacznie większą aktywność enzymatyczną. Do biokatalizatorów przemian szlaku glikolitycznego zaliczono α - (EC 3.2.1.22) i β -galaktozydazę (EC 3.2.1.23) [27, 28]. Enzymy te charakteryzują się zdolnością katalizowania reakcji hydrolizy lub transgalaktozylacji wiązań α - bądź β -galaktozydowych.

Z badań Goulasa i wsp. [12] wynika, że β -galaktozydaza w komórkach *Bifidobacterium* jest związana ze ścianą komórkową. Ściany komórkowe tych bakterii można rozpatrywać jako naturalne nośniki enzymu. Preparaty otrzymane po dezintegracji komórek lub po preparowaniu ścian w celu poprawy ich przepuszczalności np. za pomocą toluenu można stosować jako preparaty enzymatyczne. Goulas i wsp. [12] tak otrzymane preparaty zastosowali w syntezie galaktooligosacharydów. Wydajność reakcji wynosiła od 36 do 43 %, głównie w zależności od stężenia glukozy i galaktozy jako inhibitorów tego procesu.

Aktywności: hydrolityczna i transferazowa galaktozydaz są ze sobą nierozdzielnie związane i mają wspólny mechanizm, obejmujący trzy etapy. Dopiero ostatni z nich, w którym następuje przeniesienie reszty galaktozylowej na cząsteczkę akceptora (wody lub cukru), decyduje o charakterze reakcji (hydroliza czy transglikozylacja) [29]. Przykładowo przy zastosowaniu α -galaktozydazy z *B. adolescentis* DSM 20083, hydrolizującej melibiozę, rafinozę i stachiozę, oraz koncentracji substratu – melibiozy, poniżej 300 mM, dominowała reakcja hydrolizy [28]. Natomiast zwiększenie stężenia melibiozy powyżej 300 mM wpłynęło na zwiększenie aktywności transgalaktozylacyjnej. Przesunięcie aktywności enzymu w kierunku transgalaktozylacji wymaga optymalizacji warunków reakcji (poprzez zmianę: pH, temperatury oraz stężenia substratu) [34] bądź modyfikacji struktury enzymu [14].

β -galaktozydazy izolowane z różnych szczepów bifidobakterii różnią się między sobą budową oraz funkcją. Przykładowo z *B. bifidum* wyizolowano i sklonowano 3 β -galaktozydazy o różnej budowie cząsteczek [15]. Z kolei z komórek *B. adolescentis* wyizolowano β -galaktozydazę, która charakteryzowała się wysoką specyficznością do hydrolizy wiązań w dużych cząsteczkach galaktooligosacharydów (stopień polimeryzacji powyżej 2), nie rozkładając laktozy [15]. Następnie z hodowli *B. adolescentis* wyizolowano i oczyszczono galaktozydazę β -Gal II o aktywności 526 U/mg [15]. Tzortzis i wsp. [27] zbadali aktywność enzymatyczną β -galaktozydazy syntetyzowanej przez *B. bifidum* NCIMB 41171. Stwierdzili, że optymalne warunki działania enzymu to pH 6,8 - 7,0 i temp. 40 °C, przy czym temp. 43 °C całkowicie inaktywowała enzym w komórkach. Najkorzystniejszą wydajność syntezy GOS cytowani autorzy stwierdzili przy stężeniu laktozy 550 mg/ml, pH 6,8 i temp. 39 °C. Otrzymane wyniki pozwoliły także stwierdzić, że wzrost stężenia substratu wpływa na zwiększenie wydajności syntezy galaktooligosacharydów. Największa aktywność enzymu β -galaktozydazy z *B. bifidum* NCIMB 41171, wykorzystanego przez Goulasa i wsp. [12] do syntezy GOS, została oznaczona w środowisku o kwasowości pH 6,5 oraz w temp. 40 - 45 °C.

Van Laere i wsp. [28] wykazali, że synteza oligosacharydów przez α -galaktozydazę wyizolowaną z *B. adolescentis* DSM 20083 zachodziła najbardziej wydajnie w środowisku o kwasowości odpowiadającej pH 7 i w temp. 40 °C. Z kolei najwyższą aktywność α -galaktozydazy syntetyzowanej przez *B. infantis* stwierdzono w środowisku o kwasowości pH 6,0, natomiast w środowisku o kwasowości pH 3,0 - 4,5 enzym pozostawał całkowicie nieaktywny [24]. Podobnie maksymalną aktywność α -galaktozydazy syntetyzowanej przez *B. longum* CRL 849 stwierdzono w środowisku o kwasowości pH 5 - 8 [11]. Stwierdzono także, że w środowisku o temp. powyżej 60 °C enzym jest inaktywowany.



Rys. 1. Wpływ kwasowości czynnej środowiska na zmiany aktywności (JAG) zewnątrz- i wewnątrzkomórkowej β-galaktozydazy i β-glukozydazy syntetyzowanej przez szczepy *Bifidobacterium bifidum* 29521 (A) i *B. catenulatum* ATCC27539 (B).

Fig. 1. Effect of active acidity of environment on changes in activity (JAG) of extra- and intracellular β-galactosidase and β-glucosidase synthesized by *Bifidobacterium bifidum* 29521 (A) and *B. catenulatum* ATCC27539 (B) strains.

Różne gatunki oraz szczepy *Bifidobacterium* wytwarzają galaktozydazy o różnych właściwościach i budowie. Jedne charakteryzują się wysoką specyficnością do hydrolizy laktozy, inne do oligosacharydów prebiotycznych, jeszcze inne mają enzymy o dużej aktywności transgalaktozylacyjnej i same wytwarzają oligosacharydy [15].

W badaniach własnych przeprowadzono analizę aktywności zewnątrz- i wewnątrzkomórkowych enzymów glikolitycznych (α - i β -galaktozydazy oraz α - i β -glukozydazy) 24 szczepów *Bifidobacterium* spp. (IRZiBŻ PAN, Olsztyn) w środowisku o kwasowości odpowiadającej pH 4,5 - 8,5. W oznaczeniach aktywności enzymów zastosowano metodykę opisaną przez Goulasa i wsp.[12].

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że spośród badanych szczepów *B. catenulatum* ATCC27539 wykazuje najwyższą aktywność β -galaktozydazy i β -glukozydazy, których optimum zaobserwowano w środowisku o kwasowości odpowiadającej pH 5,5 - 6,5 (rys. 1). Aktywność enzymów wewnątrzkomórkowych była wielokrotnie wyższa niż enzymów wydzielanych poza światło komórki. Podobnie optymalną aktywność glikozydaz *B. bifidum* 29521 zaobserwowano w środowisku o kwasowości pH 5,5 - 6,5. Pozostałe badane szczepy charakteryzowały się mniejszymi aktywnościami enzymów glikolitycznych, jednak w każdym przypadku aktywność enzymów wewnątrzkomórkowych była znacznie większa niż zewnątrzkomórkowych. Do kolejnego etapu badań, zmierzającego do modyfikacji składu sacharydów w miodzie, wytypowano wskazane wyżej 2 szczepy bakterii.

Uzasadnienie kontynuacji naszych badań polega na założeniu, że niska zawartość wody i aktywność wody oraz wysoka osmolarność miodu powinny sprzyjać lizie komórek bakteryjnych *Bifidobacterium* i uwalnianiu wewnątrzkomórkowych glikozydaz, które, jak wykazano, są bardziej aktywne niż zewnątrzkomórkowe. Uwolnione enzymy wewnątrzkomórkowe wraz z miodem planuje się dodawać do mleka lub permeatu po ultrafiltracji mleka i opracować warunki reakcji syntezy galaktooligosacharydów, a następnie otrzymane surowce ze zwiększoną koncentracją oligosacharydów zastosować w produkcji jogurtu.

Podsumowanie

Przedstawiono informacje o składzie i właściwościach sacharydów miodu. Szczególną uwagę zwrócono na zawartość prozdrowotnych oligosacharydów oraz na czynniki decydujące o ich stężeniu w miodzie. Zaprezentowano przykłady enzymatycznej modyfikacji składu sacharydów. Wskazano na potencjalne możliwości zastosowania wybranych szczepów *Bifidobacterium* jako źródła enzymów glikolitycznych zdolnych do syntezy np. galaktooligosacharydów. Na podstawie wyników badań własnych, poinformowano o wyselekcjonowaniu dwóch szczepów *Bifidobacterium* wykazujących ww. właściwości. Wykazano, że aktywność enzymów glikolitycznych zewnątrz- i we-

wnątrzkomórkowych syntetyzowanych przez wybrane szczepy *Bifidobacterium sp.* zależy od kwasowości środowiska. Otrzymane wyniki wskazują, że kwasowość środowiska w zakresie pH 5,5 - 6,5 jest najbardziej korzystna dla działania analizowanych enzymów glikolitycznych.

Literatura

- [1] Adamczak A., Bednarski W.: Enzymatyczna synteza galaktooligosacharydów i laktulozy w permeacie po ultrafiltracji serwatki. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **6 (61)**, 105-117.
- [2] Alvarez-Suarez J.M., Tulipani S., Romandini S., Bertoli E., Battino M.: Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterr. J. Nutr. Metab.*, 2010, **3**, 15-23.
- [3] AOAC Official Method 977.20. Separation of sugars in honey. 2006.
- [4] Arias V.C., Castells R.C., Malacalza N., Lupano C.E., Castells C.B.: Determination of oligosaccharide patterns in honey by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography. *Chromatogr.*, 2003, **58**, 797-801.
- [5] Bednarski W., Kulikowska A.: Wpływ warunków reakcji na wydajność enzymatycznej syntezy galaktooligosacharydów przez β -galaktozydazę z *Penicillium canescens*. *Biotechnologia*, 2007, **77**, 137-148.
- [6] Blasa M., Candiracci M., Accorsi A., Piacentini M.P., Albertini M.C., Piatti E.: Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. *Food Chem.*, 2006, **97**, 217-222.
- [7] Chick H., Shin H.S., Ustunol Z.: Growth and acid production by lactic acid bacteria and Bifidobacteria grown in skim milk containing honey. *J. Food Sci.*, 2001, **66**, 478-481.
- [8] Cotte J.F., Casabianca H., Chardon S., Lheritier J., Grenier-Loustalot M.F.: Application of carbohydrate analysis to verify honey authenticity. *J. Chromatogr. A*, 2003, **1021**, 145-155.
- [9] Da Costa Leite J.M., Trugo L.C., Costa L.S.M., Quinteiro L.M.C., Barth O.M., Dutra V.M.L., De Maria C.A.B.: Determination of oligosaccharides in Brazilian honeys of different botanical origin. *Food Chem.*, 2000, **70**, 93-98.
- [10] de la Fuente E., Sanz M.L., Martinez-Castro I., Sanz J., Ruiz-Matute A.I.: Volatile and carbohydrate composition of rare unifloral honeys from Spain. *Food Chem.*, 2007, **105**, 84-93.
- [11] Garro M.S., De Giori G.S., De Valdez G.F., Olives G.: α -D-Galactosidase (EC 3.2.1.22) from *Bifidobacterium longum*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 1994, **19**, 16-19.
- [12] Goulas A., Tzortzis G., Gibson G.R.: Development of a process for the production and purification of α - and β -galactooligosaccharides from *Bifidobacterium bifidum* NCIMB 41171. *Int. Dairy J.*, 2007, **17**, 648-656.
- [13] Grubiak K., Synowiecki J.: Wykorzystanie komórek *Escherichia coli* transformowanych genem termostabilnej β -galaktozydazy z *Pyrococcus wosei* do wytwarzania galaktozylofruktozy. *Biotechnologia*, 2009, **1 (84)**, 152-162.
- [14] Hinz S.W.A., Doeswijk C.H.L., Schipperus R., van den Broek L.A.M., Vincken J.P., Voragen A.G.J.: Increasing the transglycosylation activity of α -galactosidase from *Bifidobacterium adolescentis* DSM 20083 by site directed mutagenesis. *Biotechnol. Bioeng.*, 2005, **93**, 122-131.
- [15] Hinz S.W.A., van den Broek L.A.M., Beldman G., Vincken J.-P., Voragen A.G.J.: β -Galactosidase from *Bifidobacterium adolescentis* DSM20083 prefers β -(1,4)-galactosides over lactose. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2004, **66 (3)**, 276-284.
- [16] Jakubczyk E., Kosikowska M.: Dobroczynny wpływ pałeczek kwasu mlekowego i *Bifidobacterium sp.* na zdrowie ludzi. *Przem. Spoż.*, 1996, **10**, 26-29.

- [17] Kączkowski J.: Przemiany sacharydów. W: *Biochemia roślin – pod red. J. Kączkowskiego*. PWN, Warszawa 1993, ss. 26-32.
- [18] Kaškonienė V., Venskutonis P.R., Čeksterytė V.: Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2010, **43**, 801-807.
- [19] Kędzia B., Hołderna-Kędzia E.: *Miód. Skład i właściwości biologiczne*. Przech. Wyd. Rzeczpospolita SA, Warszawa 2008.
- [20] Klijn A., Mercenier A., Arigoni F.: Lessons from the genomes of bifidobacteria. *FEMS Microbiol. Rev.*, 2005, **29**, 491-509.
- [21] Kubik C., Piasecka K., Anyszka A., Bielecki S.: Polifruktany i fruktooligosacharydy (FOS) – występowanie, otrzymywanie i zastosowanie. *Biotechnologia*, 2006, **73**, 103-116.
- [22] Olesienkiewicz A., Grajek W.: Enzymatyczna synteza oligosacharydów. W: *Enzymatyczna modyfikacja składników żywności – pod red. E. Kołakowskiego, W. Bednarskiego i S. Bieleckiego*. Wyd. AR, Szczecin 2005, ss. 431-449.
- [23] Palacios M.C., Sanz Y., Haros M., Rosell C.M.: Application of *Bifidobacterium* strains to the breadmaking process. *Process Biochem.*, 2006, **41**, 2434-2440.
- [24] Roy D., Berger J.-L., Reuter G.: Characterization of dairy-related *Bifidobacterium* spp. based on their β -galactosidase electrophoretic patterns. *Int. J. Food Microbiol.*, 1994, **23**, 55-70.
- [25] Shin H.S., Ustunol Z.: Carbohydrate composition of honey from different floral sources and their influence on growth of selected intestinal bacteria: An *in vitro* comparison. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 721-728.
- [26] Socha J., Stolarczyk A., Socha P.: Miejsce bifidobakterii w profilaktyce i leczeniu wybranych chorób wieku dziecięcego. *Pediatrica Współczesna*, 2002, **4 (1)**, 43-47.
- [27] Tzortzis G., Goulas A.K., Gibson G.R.: Synthesis of prebiotic galactooligosaccharides using whole cells of a novel strain, *Bifidobacterium bifidum* NCIMB 41171. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2005, **68**, 412-416.
- [28] Van Laere K.M.J., Hartemink R., Beldman G., Pitson S., Dijkema C., Schols H.A., Voragen A.G.J.: Transglycosidase activity of *Bifidobacterium adolescentis* DSM 20083 α -galactosidase. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 1999, **52**, 681-688.
- [29] Wanarska M., Kur J.: β -D-galaktozydazy – źródła, właściwości i zastosowanie. *Biotechnologia*, 2005, **71**, 46-62.

PROFILE OF HONEY SACCHARIDES AND POSSIBILITIES OF APPLYING BIFIDOBACTERIUM TO MODIFY THEIR COMPOSITION AND PROPERTIES

S u m m a r y

Honey is a product of complex chemical composition with sugars constituting about 80 % thereof. Glucose and fructose cover ca. 90 % of all the sugars contained therein. Oligosaccharides are present in small quantities, but owing to their pre-biotic properties, they have a beneficial effect on the human body.

The study comprises a brief description of honey saccharides including oligosaccharides and their physiological significance. Some examples are represented of enzymatic modification of honey saccharides factors, intended to increase the content of healthfully acting oligosaccharides. It was suggested that *Bifidobacterium* could be used for this purpose since they demonstrated glycolytic enzymes activity.

The results of the authors' own study were shown; the study comprised two selected strains of *Bifidobacterium* exhibiting a desired enzymatic activity required. It was found that intracellular enzymes predominated therein.

Key words: honey, saccharides, glycolytic enzymes, β -galactosidase, *Bifidobacterium* sp. ☒

STANISŁAW KOWALSKI, MARCIN LUKASIEWICZ, LESŁAW JUSZCZAK,
MAREK SIKORA

CHARAKTERYSTYKA TEKSTURALNA I SENSORYCZNA MAS CUKIERNICZYCH OTRZYMANÝCH NA BAZIE MIODU NATURALNEGO I WYBRANYCH HYDROKOŁOIDÓW POLISACHARYDOWYCH

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki analizy teksturalnej oraz sensorycznej (metodą 5-punktową oraz akceptacji) mas cukierniczych, otrzymanych na bazie miodów: akacjowego i rzepakowego, przy użyciu hydrokoloidów polisacharydowych, takich jak: agar i karagen, o stężeniach (m/m) 0,5; 1,0; 1,5 % oraz guma ksantanowa (0,25; 0,5; 0,75 %). Spośród hydrokoloidów zastosowanych do kształtowania tekstury mas o dużej zawartości cukrów prostych, najbardziej pożądanymi pod względem sensorycznym okazały się masy o małym stężeniu karagenu lub agaru. Stwierdzone instrumentalnie różnice pomiędzy masami zagęszczanymi agarem a karagenem wynikały prawdopodobnie z utrudnionego żelowania karagenu w środowisku o niewielkiej zawartości wody.

Słowa kluczowe: masy cukiernicze, miód, hydrokoloidy, tekstura, analiza sensoryczna

Wprowadzenie

Obecnie obserwuje się tendencję do poszukiwania przez konsumentów produktów zawierających surowce tradycyjne, o uznanych walorach smakowych i zdrowotnych. Kryteria takie spełniają miody naturalne. Skład chemiczny miodu jest złożony i zależy od: składu chemicznego nektaru lub spadzi, warunków klimatycznych, rodzaju roślinności, zabiegów agrotechnicznych. Dlatego skład miodu jest zawsze inny, nawet w obrębie tej samej odmiany [12]. Różnice w składzie miodów poszczególnych odmian wpływają na ich właściwości fizykochemiczne oraz działanie biologiczne, co ma wpływ na ich właściwości prozdrowotne [6, 8].

Dr inż. S. Kowalski, dr inż. M. Lukaszewicz, prof. dr hab. inż. M. Sikora, Katedra Technologii Węglowodanów, dr inż. L. Juszcak, Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; ul. Balicka 122; 30-149 Kraków

Z drugiej strony, aby sprostać wymaganiom technologicznym, a także jakościowym, coraz częściej do produkcji żywności stosuje się substancje dodatkowe, pozwalające na tworzenie produktów o nowych właściwościach. Substancjami takimi są m.in. hydrokoloidy polisacharydowe, które umożliwiają kształtowanie tekstury produktów spożywczych. Należą do nich m.in. agar, karagen i guma ksantanowa. Agar tworzy mocne termoodwracalne żele o kruchej konsystencji [3]. Karagen tworzy żele chemiczne, termicznie odwracalne. W zależności od frakcji do zżelowania wymaga obecności jonów wapnia, potasu lub obecności innego hydrokoloidu [5, 7, 20]. Guma ksantanowa tworzy roztwory lepkie o dużej pseudoplastyczności [14 - 19].

Ze względu na dużą lepkość roztworów hydrokoloidy stosuje się jako zagęstniki. Lepkość takich roztworów jest różna w zależności od warunków pomiaru, np. stężenia roztworu, pH, obecności elektrolitów lub temperatury. Wraz ze wzrostem stężenia hydrokoloidu lepkość roztworu rośnie. Ogrzewanie roztworów hydrokoloidów w temperaturze powyżej maksymalnej lepkości powoduje jej zmniejszenie w wyniku rozpadu łańcuchów [14, 15]. Właśnie hydrokoloidy, charakteryzujące się zdolnościami do żelowania (agar, karagen) lub tworzenia lepkich pseudoplastycznych roztworów (guma ksantanowa), w połączeniu z miodami mogą tworzyć masy cukiernicze, o pożądaných właściwościach fizycznych i sensorycznych.

Celem pracy było określenie właściwości teksturalnych i sensorycznych oraz możliwości wykorzystania wybranych hydrokoloidów polisacharydowych (gumy ksantanowej, agaru, κ -karagenu) do otrzymywania mas cukierniczych na bazie popularnych na polskim rynku miodów: akacjowego i rzepakowego.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były miody ze zbioru w 2010 r.: rzepakowy (OSP „Pszczelarz”, Kraków) r. i akacjowy (CD S.A, Bielsko-Biała). W badaniach użyto: gumy ksantanowej E415 oraz karagenu E407 (firma Regis Sp.z o.o.), a także agaru E406 (Sigma-Aldrich).

Próbki zakodowano według schematu MHS, w którym:

M – miód: akacjowy (A) lub rzepakowy (R),

H – hydrokoloid: A – agar, K – karagen, X – guma ksantanowa,

S – stężenia hydrokoloidu [%] – 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 i 1,5.

W miodach oznaczano zawartość wody metodą refraktometryczną [2]. W celu standaryzacji miodów dodawano wody do założonej zawartości 20 %. Faktyczna ilość wody w stosunku do suchej masy miodu – 28 % została ustalona arbitralnie po przeprowadzeniu wstępnych prób. Dodatek wody do masy obliczano na podstawie zawartości wody w miodzie oraz planowanej do otrzymania ilości masy.

Odmierzoną ilość miodu mieszano w łaźni wodnej, w temp. 60 °C i ogrzewano przez 10 min. W tym czasie dodawano obliczoną ilość wody i odpowiednią ilość kara-

geny lub agaru (0,5; 1 i 1,5 %). Następnie badaną próbkę przenoszono do łaźni o temp. 90 °C i mieszano przez kolejne 20 min. Próbkę rozlewano do pojemników, schładzano do temperatury pokojowej, po czym umieszczano w chłodziarce na 24 h. W przypadku gumy ksantanowej postępowanie było podobne. Odmierzoną ilość miodu mieszano w łaźni wodnej w temp. 60 °C i ogrzewano przez 10 min. W tym czasie dodawano odpowiednią ilość hydrokoloidu (0,25; 0,5; 0,75 %). Po ogrzaniu w temperaturze 60 °C badaną próbkę przenoszono do łaźni o temp. 90 °C i mieszano przez 10 min, a następnie dodawano obliczoną ilość wody i ogrzewano przez 10 min. Próbkę rozlewano do pojemników, schładzano do temperatury pokojowej, po czym umieszczano w chłodziarce na 24 h.

Pomiary tekstury wykonywano za pomocą teksturometru TA-XT plus (Stable Micro Systems, Wielka Brytania). Próbkę umieszczoną w pojemniku o średnicy 25 mm i wysokości 60 mm (wysokość próbki 40 mm) analizowano za pomocą próbnika cylindrycznego P20, o średnicy 20 mm, przy prędkości przesuwu głowicy 5 mm/s, głębokość penetracji 10 mm. Uzyskane wyniki z trzech powtórzeń rejestrowano przy użyciu programu Texture Exponent 32. W analizie tekstury określano następujące cechy: twardość, sprężystość, elastyczność, spójność, gumistość, żujność i adhezyjność.

Ocenę sensoryczną otrzymanych mas cukierniczych przeprowadzał 15-osobowy zespół, sprawdzony pod względem wrażliwości sensorycznej i przeszkolony zgodnie z normą [11]. W sensorycznej ocenie badanych mas cukierniczych zastosowano metodę 5-punktową. Oceniano takie wyróżniki, jak: a) wygląd ogólny – strukturę i konsystencję (wsp. ważkości 0,4), b) smakowość (wsp. ważkości 0,3), c) barwę (wsp. ważkości 0,2) oraz d) zapach (wsp. ważkości 0,1). Dodatkowo, w badaniu sensorycznym przeprowadzono ocenę akceptacji, z zastosowaniem skali hedonicznej, w zakresie od 0 do 7, o skrajnych ocenach: najbardziej niepożądany (0) do najbardziej pożądanego (7) [10]. W ocenie akceptacji oceniano te same cechy, które wyszczególniono w ocenie 5-punktowej.

Analizę statystyczną wykonano za pomocą programu Statistica 6.0 (StatSoft, Tulsa, USA) metodą jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testem Tukey'a.

Wyniki i dyskusja

Analiza tekstury

Na podstawie wyników analizy tekstury dokonano wstępnego wyboru zakresu stężeń badanych hydrokoloidów polisacharydowych zdolnych do tworzenia mas cukierniczych na bazie miodu akacjowego. Oceniane hydrokoloidy miały zróżnicowany wpływ na strukturę (tab. 1).

Tabela 1

Wyniki analizy tekstury mas na bazie miodu akacjowego.
Results of textural analysis of confectionary masses produced on the basis of acacia honey.

Kod próbki Code of sample	Twardość Hardness [N]	Adhezyjność (wartość bezwzględna) Adhesiveness (absolute number) [Ns]	Elastyczność Resilience [Ns]	Żujność Chewiness [N ² s ²]	Gumiastość Gumminess [N ² s]	Spójność Cohesiveness [Ns]	Sprężystość Springiness [s]
AA 0,5	0,187 ± 0,003 a	0,040 ± 0,005 e	0,181 ± 0,004 a	0,154 ± 0,026 a	0,138 ± 0,008 a	0,735 ± 0,033 b	1,111 ± 0,120 a
AA 1,0	2,198 ± 0,100 d	0,642 ± 0,025 b	0,042 ± 0,002 a	0,664 ± 0,021 c	0,684 ± 0,025 bc	0,311 ± 0,008 a	0,971 ± 0,005 a
AA 1,5	11,463 ± 0,630 e	3,526 ± 0,151 a	0,048 ± 0,004 a	3,119 ± 0,278 f	3,212 ± 0,284 d	0,280 ± 0,011 a	0,971 ± 0,002 a
AK 0,5	0,127 ± 0,005 a	0,296 ± 0,304 cd	0,747 ± 1,291 a	1,292 ± 0,072 e	0,289 ± 0,016 a	2,307 ± 0,030 c	4,469 ± 0,001 b
AK 1,0	0,132 ± 0,004 a	0,062 ± 0,055 e	0,771 ± 1,331 a	1,210 ± 0,426 e	0,285 ± 0,071 a	2,108 ± 0,468 c	4,161 ± 0,536 b
AK 1,5	0,127 ± 0,004 a	0,077 ± 0,000 e	2,251 ± 0,047 b	1,115 ± 0,405 de	0,264 ± 0,066 a	2,066 ± 0,458 c	4,160 ± 0,536 b
AX 0,25	0,225 ± 0,020 a	0,229 ± 0,019 d	0,022 ± 0,003 a	0,168 ± 0,007 ab	0,168 ± 0,007 a	0,748 ± 0,038 b	0,998 ± 0,000 a
AX 0,5	1,115 ± 0,072 b	0,354 ± 0,019 cd	0,097 ± 0,002 a	0,516 ± 0,018 bc	0,527 ± 0,014 b	0,473 ± 0,020 ab	0,979 ± 0,014 a
AX 0,75	1,660 ± 0,092 c	0,438 ± 0,039 c	0,121 ± 0,001 a	0,808 ± 0,029 cd	0,829 ± 0,030 c	0,500 ± 0,011 ab	0,975 ± 0,003 a

Wartości średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$;
Mean values in the columns and denoted by the same letter are not statistically significantly different at $p < 0,05$.

Zdecydowanie największą twardością charakteryzowała się masa AA 1,5 (11,463 N), wysoką wartość tego parametru uzyskały również masy AA 1,0, AX 0,75 i AX 0,5 (odpowiednio 2,198; 1,115; 1,660 N). Wraz ze wzrostem poziomu dodatku hydrokoloidu (agar, guma ksantanowa) twardość mas cukierniczych wzrastała, co potwierdzały oceny sensorycznej analizy struktury i konsystencji. Produkty z udziałem karagenu charakteryzowały się małą twardością, a zawartość hydrokoloidu nie miało statystycznie istotnego wpływu ($p < 0,05$) na uzyskane wartości. Stwierdzono, że wyniki analizy tekstury mas z udziałem karagenu były na pograniczu czułości zastosowanego układu pomiarowego.

Podczas otrzymywania mas cukierniczych z udziałem agaru i gumy ksantanowej, wzrost stężenia hydrokoloidów wpływał na podwyższenie gumistości i żujności produktów z ich udziałem. Zdecydowanie najwyższe wartości tych parametrów uzyskała próbka AA 1,5 (tab. 1). Nie zaobserwowano natomiast wpływu stężenia hydrokoloidu na sprężystość i elastyczność mas.

Wartości liczbowe parametrów tekstury mas otrzymanych na bazie miodu rzepakowego przedstawiono w tab. 2. Największą twardością charakteryzowała się masa RA 1,5 (13,892 N), a najmniejszą RK 1,5 (0,122 N). Można stwierdzić, że im większa zawartość agaru i gumy ksantanowej, tym twardość mas była większa. W przypadku dodatku karagenu – im wyższe było jego stężenie, tym twardość mas malała. Z analizy statystycznej wynika, że twardość masy RK 1,5 nie różniła się statystycznie istotnie od twardości mas RK 1,0, RA 0,5, RA 1,0 i RX 0,25.

Najwyższe wartości sprężystości oraz spójności wykazywały próbki zawierające karagen w stężeniach 1,0 i 1,5 %. Wartości sprężystości pozostałych mas nie różniły się między sobą statystycznie istotnie. Najmniejszą spójnością charakteryzowały się masy RA 1,5 i RX 0,5, przy czym wielkości te nie różniły się statystycznie istotnie pomiędzy sobą.

Wartości liczbowe żujności i gumistości były najwyższe w przypadku masy o największej twardości, czyli RA1,5. Najmniejsze wartości liczbowe żujności i gumistości, które nie różniły się statystycznie istotnie, miały masy RX0,25, RA0,5 i RA1,0, oraz RK1,0 w przypadku gumistości.

Rozpatrując adhezyjność – parametr określający pracę potrzebną do oderwania próbki od układu pomiarowego – najmniejszą wielkość tego parametru miała masa najtwardsza, a więc RA 1,5. Masy RX 0,25, RA 0,5, RA 1,0, RK 1,0 i RK 1,5 charakteryzowały się największymi wartościami adhezyjności, nie różniącymi się między sobą statystycznie istotnie.

T a b e l a 2

Wyniki analizy tekstury mas na bazie miodu rzepakowego.
Results of textural analysis of confectionary masses produced on the basis of rape honey.

Kod próbki Code of sample	Twardość Hardness [N]	Adhezyjność (wartość bezwzględna) Adhesiveness (absolute number) [Ns]	Elastyczność Resilience [Ns]	Żujność Chewiness [N ² s ²]	Gumiałość Gumminess [N ² s]	Spójność Cohesiveness [Ns]	Sprężystość Springiness [s]
RA 0,5	0,256 ± 0,0075ab	0,057 ± 0,0053d	0,077 ± 0,0035a	0,131 ± 0,0045a	0,133 ± 0,0021a	0,523 ± 0,0074c	0,978 ± 0,018a
RA 1,0	0,333 ± 0,0131b	0,068 ± 0,009d	0,070 ± 0,0012a	0,149 ± 0,0056a	0,155 ± 0,005a	0,465 ± 0,0044bc	0,965 ± 0,0064a
RA 1,5	13,892 ± 0,2208e	4,669 ± 0,2255a	0,060 ± 0,002a	4,515 ± 0,051f	4,646 ± 0,0465e	0,334 ± 0,0025a	0,972 ± 0,0017a
RK 0,5	0,677 ± 0,0307c	0,483 ± 0,0234b	0,043 ± 0,0046a	0,328 ± 0,0241b	0,340 ± 0,024b	0,502 ± 0,0192bc	0,963 ± 0,005 a
RK 1,0	0,129 ± 0,009a	0,062 ± 0,0548d	0,169 ± 0,289a	0,489 ± 0,1678c	0,157 ± 0,0324a	1,208 ± 0,1784e	3,081 ± 0,6502 b
RK 1,5	0,122 ± 0,0023ab	0,000 ± 0,05d	0,002 ± 0,3502a	1,318 ± 0,4717e	0,295 ± 0,0878b	2,423 ± 0,722f	4,473 ± 0,556c
RX 0,25	0,143 ± 0,0861a	0,052 ± 0,0029d	0,148 ± 0,0032a	0,138 ± 0,0173a	0,114 ± 0,0187a	0,801 ± 0,0162d	1,212 ± 0,0029a
RX 0,5	1,437 ± 0,0128d	0,298 ± 0,0212c	0,077 ± 0,1264a	0,551 ± 0,0056c	0,553 ± 0,002c	0,385 ± 0,0685ab	0,997 ± 0,0674a
RX 0,75	1,578 ± 0,1004d	0,459 ± 0,0203b	0,112 ± 0,0015a	0,766 ± 0,0404d	0,787 ± 0,0411d	0,499 ± 0,0146bc	0,974 ± 0,0012a

Wartości średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$;
Mean values in the columns and denoted by the same letter are not statistically significantly different at $p < 0,05$.

Różnice we właściwościach mas z udziałem karagenu i agaru, występujące zarówno w masach na bazie miodu akacjowego, jak i rzepakowego, można tłumaczyć różnicami w budowie hydrokoloidów użytych do ich otrzymania. Frakcja κ -karagenu zawiera grupę siarczanową przy czwartym atomie węgla anhydro-D-galaktozy. Agar ma podobną budowę do karagenu, jednak w jego strukturze nie występują grupy siarczanowe. Występowanie grup siarczanowych w karagenie może być przyczyną odmiennych właściwości mas cukierniczych uzyskanych z wykorzystaniem tych dwóch hydrokoloidów. Prawdopodobnie mniejsza twardość mas z udziałem karagenu spowodowana była niedostateczną hydratacją hydrokoloidu, co uniemożliwiło całkowite żelowanie karagenu. Obserwacje takie zdają się również potwierdzać Al-Marhoobi i Kasapis [1]. Badając wpływ stężenia cukrów na charakterystykę przemian termicznych ι -karagenu, obserwowali oni brak przejścia fazowego od fazy zolu do żelu, z jednoczesnym przesunięciem zakresu temperatur charakterystycznych dla tej przemiany w kierunku większych wartości [1]. Również inne badania wskazują na zmianę właściwości reologicznych żeli polisacharydowych w zależności od dostępności wody [4, 9]. Innym czynnikiem mogącym mieć wpływ na takie zjawisko jest obecność cukrów prostych w środowisku oraz proporcje pomiędzy nimi [13].

Ocena sensoryczna

Wyniki analizy sensorycznej (metoda 5-punktowa) przedstawiono w tab. 3.

W tej ocenie masy cukiernicze AA 0,5; AA 1,0; AA 1,5; AK 0,5 otrzymały noty dobre (powyżej 3,5 pkt), a pozostałe masy AK 1,0; AK 1,5; AX 0,25; AX 0,5; AX 0,75 otrzymały noty dostateczne (powyżej 2,6 pkt). Najwyższą notę przypisano masie AA 1,0 (4,17 pkt). Masa AA 1,5 została oceniona jako druga pod względem jakości i otrzymała ocenę ogólną 4,15 pkt. W ocenie cząstkowej zapachu i smakowitości najwyżej oceniono masę AK 0,5, odpowiednio 4,1 pkt i 4,5 pkt. Najniżej sklasyfikowano masy z udziałem gumy ksantanowej.

Wyniki otrzymane metodą 5-punktową potwierdzano przeprowadzoną równoległe metodą akceptacji (tab. 4). Wszystkie masy cukiernicze, z wyjątkiem mas z dodatkiem gumy ksantanowej, otrzymały noty powyżej 20 pkt, a różnice między nimi były nieistotne statystycznie, przy $p < 0,05$.

W ogólnej ocenie, najwyżej sklasyfikowano masę AA 1,0, której przypisano najwyższe noty za wygląd zewnętrzny, strukturę i konsystencję (tab. 4). Wraz ze wzrostem stężenia agaru malała pożądalność takich cech masy, jak zapach i smakowitość. Jednak wzrost stężenia tego hydrokoloidu pozytywnie wpłynął na percepcję struktury i konsystencji oraz wyglądu zewnętrznego. Zmiana stężenia hydrokoloidu nie wpłynęła w znaczący sposób na ocenę barwy produktu.

Tabela 3

Wyniki oceny mas cukierniczych metodą 5-punktową – masy na bazie miodu akacjowego.

Results of five point sensory analysis of confectionary masses produced on the basis of acacia honey.

Kod próbki Code of sample	Wygląd ogólny, struktura i konsystencja Overall appearance, structure, and consistency	Barwa Colour	Zapach Smell	Smakowitość Flavour	Wynik ogólny Overall result
Współczynnik ważkości Coefficient of significance	0,4	0,2	0,1	0,3	
AA 0,5	2,9 ± 0,8 a	4,4 ± 0,6 c	3,9 ± 0,9 bc	4,0 ± 0,9 de	3,61 ± 0,46 c
AA 1,0	4,8 ± 0,4 c	4,4 ± 0,6c	3,5 ± 1,1 b	3,5 ± 1,1 cd	4,17 ± 0,53 d
AA 1,5	4,7 ± 0,6 c	4,5 ± 0,5 c	3,6 ± 1,1 bc	3,3 ± 1,1 cd	4,15 ± 0,43 d
AK 0,5	2,5 ± 0,9 a	4,3 ± 0,6 c	4,1 ± 0,8 c	4,5 ± 0,6 e	3,62 ± 0,42 c
AK 1,0	2,4 ± 0,6 a	4,2 ± 0,6 c	3,5 ± 0,8 bc	3,7 ± 1,1 cde	3,27 ± 0,51 bc
AK 1,5	2,8 ± 0,8 a	4,4 ± 0,5 c	3,4 ± 0,8 b	3,7 ± 1,2 cd	3,44 ± 0,63 c
AX 0,25	2,3 ± 0,8 a	3,8 ± 0,8 b	3,3 ± 0,7 b	3,0 ± 1,0 bc	2,89 ± 0,57 ab
AX 0,5	3,9 ± 1,4 b	1,9 ± 0,8 a	2,5 ± 0,6 a	2,3 ± 1,1 ab	2,85 ± 0,69 a
AX 0,75	3,7 ± 1,4 b	1,6 ± 0,7 a	2,7 ± 0,8 a	2,0 ± 1,0 a	2,68 ± 0,65 a

Wartości średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$;
Mean values in the columns and denoted by the same letter are not statistically significantly different at $p < 0.05$.

Podsumowując wyniki uzyskane metodą akceptacji, można stwierdzić, że niskie stężenia hydrokoloidów pozytywnie wpływają na ocenę zapachu i smakowitości. Natomiast, wyższe stężenia polepszają percepcję struktury i konsystencji. W masach cukierniczych z udziałem agaru i karagenu wzrost stężenia tych hydrokoloidów nie wpływa w znaczącym stopniu na ocenę barwy i wyglądu zewnętrznego. W przypadku oceny ww. deskryptorów mas cukierniczych z udziałem gumy ksantanowej stwierdzono różnice statystycznie istotne ($p < 0,05$) pomiędzy stężeniami 0,25; 0,5 i 0,75 %. Porównując wyniki analiz sensorycznych opisujące strukturę i konsystencję badanych mas z parametrem „twardość” uzyskanym w wyniku analizy instrumentalnej można stwierdzić że cechą pożądaną jest uzyskanie masy o twardości co najmniej 2 N.

Wyniki sensorycznej oceny, metodą 5-punktową, mas otrzymanych na bazie miodu rzepakowego zamieszczono w tab. 5. Najwyżej oceniono próbkę RK 0,5 (4,33 pkt), a najniżej RX 0,25 (2,89 pkt). Próbki z agarem charakteryzowały zbliżone i dość wy-

sokie wyniki oceny. Ogólnie próbkom w ocenie 5-punktowej przyporządkowano ocenę dostateczną.

Tabela 4

Wyniki oceny mas cukierniczych metodą akceptacji masy na bazie miodu akacjowego.

Results of sensory analysis (mass acceptance method) of confectionary masses produced based on acacia honey.

Kod próbki Code of sample	Wygląd zewnętrzny External appearance	Struktura i konsystencja Structure and consistency	Barwa Colour	Zapach Smell	Smakowość Flavour	Wynik ogólny Overall result
AA 0,5	5,0 ± 1,13 c	4,1 ± 1,44 bc	5,5 ± 1,30 c	5,2 ± 1,08 cd	5,1 ± 1,53 de	24,8 ± 4,78 c
AA 1,0	5,6 ± 0,91 c	5,1 ± 1,64 c	5,6 ± 0,99 c	4,6 ± 1,50 bcd	4,3 ± 2,02 cde	25,3 ± 4,45 c
AA 1,5	5,4 ± 1,06 c	4,9 ± 1,98 c	5,8 ± 1,08 c	4,3 ± 1,49 bc	3,7 ± 1,63 bc	24,1 ± 5,13 c
AK 0,5	5,1 ± 1,25 c	3,5 ± 1,30 ab	5,5 ± 1,40 c	5,5 ± 1,30 c	5,4 ± 1,40 e	25,0 ± 4,63 c
AK 1,0	5,0 ± 1,31 c	3,7 ± 1,23 b	5,5 ± 1,41 c	4,6 ± 1,45 bcd	4,3 ± 1,75 cde	23,0 ± 5,30 c
AK 1,5	5,0 ± 1,25 c	4,1 ± 1,39 bc	5,5 ± 1,19 c	4,1 ± 1,19 b	4,1 ± 1,91 cd	22,8 ± 5,09 c
AX 0,25	3,5 ± 1,51 b	2,4 ± 0,99 a	4,5 ± 1,41 b	3,7 ± 1,10 ab	3,7 ± 1,55 bc	17,8 ± 4,78 b
AX 0,5	2,4 ± 2,03 a	3,4 ± 2,13 ab	2,0 ± 1,13 a	2,9 ± 1,13 a	2,5 ± 1,55 ab	13,1 ± 4,92 a
AX 0,75	2,1 ± 1,88 a	3,4 ± 2,03 ab	1,4 ± 0,63 a	2,9 ± 1,33 a	2,4 ± 1,6 a	12,3 ± 4,83 a

Wartości średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$
Mean values in the columns and denoted by the same letter are not statistically significantly different at $p < 0.05$

Analizując poszczególne wyróżniki jakościowe, najlepszy wygląd ogólny, strukturę i konsystencję miała masa RA 1,5, ale deskryptor ten nie różnił się statystycznie istotnie od odpowiednich deskryptorów mas RX 0,5, RX 0,75, RK 0,5, RA 0,5 i RA 1,0. Głównym powodem niskich ocen, był fakt, że część próbek nie uległa całkowitemu żelowaniu. Mogło być to wynikiem wspomnianego wcześniej deficytu wody [1, 4] lub obecności cukrów prostych [13].

Najwyższą ocenę barwy przypisano masie RK 0,5, ale ta nota również nie różniła się statystycznie istotnie od ocen większości innych mas. Bardzo niską notę uzyskała próbka RX 0,75, była ona bardzo jasna w porównaniu z barwą miodu, co wynikało ze zbyt dużego stężenia gumy ksantanowej. Dodatek pozostałych hydrokoloidów nie wpływał na zmianę tego parametru.

Najbardziej pożądanymi były masy RK 0,5 i RA 0,5. Uzyskały one wysokie oceny każdego z analizowanych wyróżników jakości. Najmniej pożądanymi były masy RX 0,25 oraz RK 1,0 i RK 1,5.

Tabela 5

Wyniki oceny sensorycznej metodą 5-punktową – masy na bazie miodu rzepakowego.
Results of five point sensory analysis of confectionary masses produced on the basis of rape honey.

Kod próbki Code of sample	Wygląd ogólny, struktura I konsystencja Overall appearance structure and consistency	Barwa Colour	Zapach Smell	Smakowitość Flavour	Wynik ogólny Overall result
Współczynnik ważkości Coefficient of significance	0,4	0,2	0,1	0,3	
RK 0,5	4,4 ± 0,7 bc	4,2 ± 0,5 d	4,4 ± 0,5 d	4,3 ± 1,0 e	4,33 ± 0,55e
RK 1,0	2,3 ± 0,5 a	3,9 ± 0,7 cd	3,6 ± 0,6 c	3,5 ± 0,8 bcd	3,08 ± 0,55a
RK 1,5	2,7 ± 0,7 a	4,0 ± 0,6 d	3,7 ± 0,8 c	3,2 ± 1,3 bc	3,18 ± 0,38ab
RA 0,5	4,0 ± 1,0 b	4,0 ± 0,8 d	3,6 ± 0,7 c	3,9 ± 0,8 de	3,94 ± 0,63d
RA 1,0	4,1 ± 1,0 bc	4,1 ± 0,7 d	3,6 ± 0,7 c	3,7 ± 0,9 cde	3,92 ± 0,61d
RA 1,5	4,6 ± 0,7 b	4,0 ± 0,6 d	2,9 ± 0,7 ab	2,9 ± 1,3 ab	3,79 ± 0,45cd
RX 0,25	2,2 ± 0,4 a	3,4 ± 0,9 bc	3,3 ± 1,0 bc	3,3 ± 0,8 bcd	2,89 ± 0,45a
RX 0,5	4,1 ± 0,8 bc	3,0 ± 0,7 ab	2,7 ± 0,7 a	3,1 ± 0,8 abc	3,45 ± 0,47bc
RX 0,75	4,1 ± 1,0 bc	2,5 ± 0,9 a	2,9 ± 0,7 ab	2,5 ± 0,7 a	3,15 ± 0,49ab

Wartości średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$;
Mean values in the columns and denoted by the same letter are not statistically significant different at $p < 0,05$.

Ocenę sensoryczną metodą akceptacji przedstawiono w tab. 6. Podobnie, jak w przypadku metody 5-punktowej, masa RK 0,5 uzyskała najwyższą notę za wygląd zewnętrzny, ale wynik ten nie różnił się statystycznie istotnie od not mas z agarem. Najniżej oceniono próbki z gumą ksantanową. Z kolei struktura i konsystencja były najwyżej ocenione w przypadku próbki RK 0,5, ale wynik ten nie różnił się statystycznie istotnie od ocen reszty próbek, oprócz masy RX 0,75, która osiągnęła najniższą notę. Próbki z karagenem i agarem charakteryzowały się najbardziej pożądaną barwą i zapachem. Najniższą notę w tej kategorii przyporządkowano masie RX 0,75. Najwyższą smakowitością charakteryzowała się próbka RK 0,5, ale również RA 0,5 i RA 1,0. Najniższą notę za zapach otrzymała próbka RX 0,75. Na podstawie danych zawartych w tab. 6, można stwierdzić, że najbardziej akceptowaną przez zespół oceniający była masa RK 0,5 i RA 0,5, a całkowicie nieakceptowaną masa RX 0,75.

Tabela 6

Wyniki oceny mas cukierniczych metodą akceptacji masy, na bazie miodu rzepakowego.
Results of sensory analysis (mass acceptance method) of confectionary masses produced on the basis of rape honey.

Kod próbki Code of sample	Wygląd zewnętrzny External appearance	Struktura i konsystencja Structure and consistency	Barwa Colour	Zapach Smell	Smakowitość Flavour	Wynik ogólny Overall result
RK 0,5	5,6 ± 1,06e	5,1 ± 1,3c	5,3 ± 1,05c	5,1 ± 1,44d	5,5 ± 1,41e	26,7 ± 3,77e
RK 1,0	4,1 ± 1,06bcd	3,4 ± 1,24bc	4,9 ± 1,28bc	4,3 ± 1,40cd	4,3 ± 1,75cd	21,1 ± 4,45bcd
RK 1,5	4,2 ± 1,26bcd	3,5 ± 1,19bc	4,9 ± 0,96bc	4,2 ± 1,61bcd	4,0 ± 1,73bcd	20,8 ± 3,98bc
RA 0,5	4,9 ± 1,03de	4,5 ± 1,19c	5,3 ± 1,33c	4,5 ± 1,13cd	4,7 ± 1,39de	23,9 ± 3,67de
RA 1,0	4,7 ± 1,18cde	4,6 ± 1,18c	4,9 ± 1,41bc	4,2 ± 1,47bcd	4,8 ± 1,15de	23,1 ± 3,68cd
RA 1,5	4,7 ± 1,40cde	4,2 ± 1,70bc	5,2 ± 1,37c	3,5 ± 1,19abc	3,5 ± 1,68abc	21,1 ± 4,00bcd
RX 0,25	3,7 ± 1,28abc	3,3 ± 1,11bc	4,1 ± 1,49b	3,9 ± 1,16abc	3,8 ± 1,42bcd	18,9 ± 4,27b
RX 0,5	3,3 ± 1,76abc	3,4 ± 1,84bc	2,7 ± 1,28a	3,3 ± 1,28ab	3,2 ± 1,08ab	15,9 ± 4,03a
RX 0,75	2,9 ± 1,58a	3,1 ± 1,73a	2,4 ± 1,12a	3,2 ± 1,08a	2,7 ± 1,49a	14,4 ± 4,23a

Wartości średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$;
Mean values in the columns and denoted by the same letter are not statistically significantly different at $p < 0,05$.

Wraz ze wzrostem stężenia karagenu w masie, noty za wygląd zewnętrzny, strukturę i konsystencję, zapach i smakowitość obniżały się. Barwę oceniono podobnie we wszystkich masach z karagenem. Masy z agarą, o stężeniu 0,5 i 1,0 %, w ocenie akceptacji osiągnęły podobne wyniki w odniesieniu do wszystkich cech. Najwyższe stężenie agaru spowodowało obniżenie not smakowitości i zapachu mas. Podwyższanie stężenia gumy ksantanowej wpłynęło na pogorszenie wszystkich badanych cech, oprócz struktury i konsystencji, a najbardziej wpłynęło na pogorszenie barwy. Porównanie danych z analiz sensorycznych opisujących cechy teksturalne badanych mas z parametrem „twardość” uzyskanym w wyniku analizy instrumentalnej pozwala wnioskować, że przekroczenie wartości granicznej 0,3 N wiąże się z dobrą percepcją w badaniu sensorycznym.

Wnioski

1. W kształtowaniu tekstury mas cukierniczych o wysokim stężeniu cukrów najlepsze wyniki uzyskano stosując agar – zwiększanie dodatku agaru prowadziło do uzyskania mocnych żeli.

2. Funkcjonalne działanie karagenu, polegające na tworzeniu z miodem stabilnych żeli uzyskano przy stężeniu 0,5 %; dalsze zwiększanie jego stężenia w tego typu masach cukierniczych nie wydaje się uzasadnione ani technologicznie, ani ekonomicznie ze względu na utrudnione żelowanie w środowisku o niewielkiej zawartości wody. Może być to wynikiem znacznie większej, niż w przypadku agaru, obecności grup siarczanowych w łańcuchu κ -karagenu.
3. Wraz ze wzrostem stężenia agaru lub gumy ksantanowej w masie cukierniczej obserwowano poprawę właściwości teksturalnych (konsystencja i struktura), co potwierdziła również analiza instrumentalna. Parametrami, na które w największym stopniu wpływała wielkość dodatku hydrokoloidów była twardość, gumistość i żujność. Jednocześnie stwierdzono pogorszenie cech sensorycznych (smakowitość i zapach) otrzymanych mas, zwłaszcza w przypadku mas z udziałem gumy ksantanowej.
4. Ze względu na dobre cechy teksturalne i sensoryczne masy na bazie miodu rzepakowego z udziałem agaru (0,5; 1,0 i 1,5 %) i miodu rzepakowego z udziałem karagenu (0,5 %) można wykorzystać w przemyśle cukierniczym, np. jako nadzienia. Masy na bazie miodu rzepakowego z udziałem karagenu (1,0 i 1,5 %) oraz miodu rzepakowego z udziałem gumy ksantanowej nie nadają się do użycia na tego typu produkty.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2009-2011 jako projekt badawczy nr N N312 441237.

Literatura


- [1] Al-Marhoobi I.M., Kapis S.: Further evidence of the changing nature of biopolymer networks in the presence of sugar. *Carbohydrate Research*, 2005, **340**, 771-774.
- [2] AOAC Official Method 969.38 Moisture in Honey. 16th edition, Gaithersburg 1998.
- [3] Armisen R., Galatas F.: Handbook of hydrocolloids. Chapter 4. Agar. CRC Press and Woodhead Publishing Limited, Ed. by Williams P.A., Phillips G.O., Cambridge 2000, pp 21-39.
- [4] Baranowska H.M., Sikora M., Kowalski S., Tomasik P.: Interactions of potato starch with selected polysaccharide hydrocolloids as measured by low-field NMR. *Food Hydrocolloids*, 2008, **22**, 336-345.
- [5] Glicksman M., King A.H.: Food Hydrocolloids vol. 2. Ed. by M. Glicksman, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida 1983.
- [6] Hołderna-Kędzia E., Kędzia B.: Miody odmianowe i ich znaczenie lecznicze. Wyd. Duszpasterstwa Rolników, Włocławek 2002.
- [7] Imeson A.: Handbook of hydrocolloids. Chapter 5. Carrageenan. CRC Press and Woodhead Publishing Limited, Ed. by Williams P.A., Phillips G.O., Cambridge 2000, pp 87-101.
- [8] Joško F., Gala J.: Pszczoły i ich lecznicze produkty. Sądecki Bartnik, Nowy Sącz 2003.
- [9] Kowalski S., Sikora M., Tomasik P., Krystyan M.: Starch – polysaccharide hydrocolloid gels. *Polymer*, 2008, **53** (6), 34-41.

- [10] PN-ISO 4121:1998 Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [11] PN-ISO 8586-1:1996 Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających. Wybrani oceniający.
- [12] Popek S.: Studium identyfikacji miodów odmianowych i metodologii oceny właściwości fizykochemicznych determinujących ich jakość. Monografie nr 147. Wyd. AE, Kraków 2001.
- [13] Ptaszek P., Łukasiewicz M., Achremowicz B., Grzesik M.: Interaction of hydrocolloid networks with mono-and oligosaccharides. *Polymer Bulletin*, 2007, **58**, 295-303.
- [14] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.: Kompendium dodatków do żywności. Wyd. Hortimex, Sp. z o.o., Konin 2003.
- [15] Rutkowski A.: Hydrokoloidy w produkcji żywności. Drukarnia Wyd. Trans-Druk S.c., Konin 2001.
- [16] Sworn G.: Handbook of hydrocolloids. Chapter 6. Xanthan gum. CRC Press and Woodhead Publishing Ltd., Ed. by Williams P.A., Phillips G.O., Cambridge 2000, pp 103-115.
- [17] Świderski F., Waszkiewicz-Robak B.: Hydrokoloidy jako substancje kształtujące strukturę. W: Żywność wygodna i żywność funkcjonalna – pod red. F. Świderskiego. WNT, Warszawa 2003.
- [18] Trzybiński S.: Wykorzystajmy rzepak. Cz. I. *Pszczelarz Polski*, 2008, **4 (138)**, 4-5.
- [19] Wang F., Sun Z., Wang Y.-J.: Study of xanthan gum/waxy corn starch interaction in solution by viscometry. *Food Hydrocolloids*, 2001, **15**, 575-581.
- [20] Whistler R.L., BeMiller J.N.: Carbohydrate chemistry for food scientists. Eagan Press, St. Paul, Minnesota 1977.

**SENSORY AND TEXTURAL PROFILE OF CONFECTIONERY MASSES PRODUCED
USING NATURAL HONEY AND SELECTED POLYSACCHARIDE HYDROCOLLOIDS
AS THE BASIS**

S u m m a r y

The paper presents the results of textural and sensory analyses (five points and acceptance methods) of confectionary masses produced on the basis of acacia and rape honey with the use of such hydrocolloids as agar, carrageenan (w/w) 0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, and xanthan gum (0,25 %, 0,5 %, 0,75 %). It was found that among the hydrocolloids used to form the texture of masses containing large amounts of monosaccharides, the most satisfying from the sensory point of view were masses showing a low level of carrageen or agar. The differences between the masses thickened using agar and carrageen, which were found using instruments, might result from the hampered gelating of carrageen in the environment containing small amounts of water.

Key words: confectionary masses, honey, hydrocolloids, texture, sensory analysis 

JOANNA LE THANH-BLICHARZ, ZBYSZKO LUBIEWSKI, EWA VOELKEL,
GRAŻYNA LEWANDOWICZ

OCENA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNYCH HANDLOWYCH SKROBI NATURALNYCH

Streszczenie

Na podstawie badań pięciu powszechnie stosowanych skrobi naturalnych (ziemniaczanej, kukurydzianej zwykłej, kukurydzianej woskowej, pszennej i tapiokowej), podjęto próbę określenia podstawowych czynników decydujących o prawidłowości pomiaru ich właściwości reologicznych. Badania wykonano z zastosowaniem wiskografu Brabendera, wiskozymetru Brookfielda oraz reometru Haake. Wykazano, że różne metody oceny właściwości reologicznych skrobi mogą być względem siebie uzupełniające. Badanie przebiegu kleikowania skrobi za pomocą wiskografów, mimo że nie pozwala na oznaczenie bezwzględnych wielkości reologicznych, dostarcza istotnych informacji technologicznych, które znajdują odzwierciedlenie w rezultatach uzyskanych innymi metodami. Lepkość kleików skrobiowych, będących płynami nienewtonowskimi, zależy nie tylko od stężenia, temperatury, szybkości ścinania, ale również od sposobu przygotowania kleiku. Porównywanie lepkości kleików skrobiowych, zmierzonych za pomocą różnych aparatów, wymaga precyzyjnego określenia szybkości ścinania, przy której wykonano pomiar. Wyniki badań uzyskane za pomocą aparatów, w których ustawia się wyłącznie szybkość obrotów wrzeciona (np. wiskozymetru Brookfielda), nie są porównywalne z rezultatami otrzymanymi przy użyciu innych aparatów.

Słowa kluczowe: skrobia, właściwości reologiczne, standardy pomiarowe

Wprowadzenie

Skrobia, podobnie jak celuloza i glikogen, jest polisacharydem powstałym w wyniku kondensacji glukozy. Składa się z dwóch frakcji, różniących się budową, zwanych amylozą i amylopektyną. Cząsteczki amylozy stanowią długie, liniowe łańcuchy pierścieni anhydroglukozy powiązanych ze sobą wyłącznie wiązaniami α -1,4-glikozydowymi. W jednej cząsteczce amylozy znajduje się, w zależności od pochodze-

Dr inż. J. Le Thanh-Blicharz, mgr inż. E. Voelkel, Oddział Koncentratów Spożywczych i Produktów Skrobiowych w Poznaniu, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, 61-361 Poznań, ul. Starołęcka 40, dr hab. inż. G. Lewandowicz, prof. UP, mgr inż. Z. Lubiewski, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 48, 60-627 Poznań

nia botanicznego skrobi, od kilkuset do kilku tysięcy takich pierścieni [10]. Liniowe łańcuchy poliglukanowe są zbudowane jak cząsteczka amylozy, jednak znacznie od niej krótsze, połączone ze sobą dodatkowo wiązaniami α -1,6-glikozydowymi, tworzą silnie rozgałęzioną strukturę amylopektyny. Cała cząsteczka amylopektyny jest bardzo duża, gdyż jest zbudowana z kilku milionów pierścieni anhydroglukozy. Udział frakcji amylozy w skrobi zależy od jej botanicznego pochodzenia i jest główną determinantą jej funkcjonalności, w tym przede wszystkim właściwości reologicznych [6]. W naturalnej skrobi ziemniaczanej wynosi 16 - 24 %, choć w skrobiach wysokoamylozowych może być jej nawet 70 % i więcej, a w tzw. „woskowych” (wysokoamylopektynowych) występują tylko jej ilości śladowe [4].

Pomimo relatywnie prostej struktury cząsteczkowej skrobi, polisacharyd ten, w zależności od pochodzenia botanicznego, bardzo różni się strukturą nadcząsteczkową, a w konsekwencji również przydatnością do różnego typu zastosowań. Ze względu na zróżnicowanie właściwości fizykochemicznych, jak również ze względów ekonomicznych, światowy rynek został zdominowany przez skrobie kilku gatunków roślin. Pierwsze miejsce zajmuje sprzedaż skrobi kukurydzianej. Mniejsze, choć istotne znaczenie mają również skrobie pszena i ziemniaczana. Pozostałe, wytwarzane na skalę techniczną skrobie (tapiokowa, kukurydziana włoska czy ryżowa), w łącznej skali produkcji nie przekraczają 5 % [5]. Na szczególną uwagę zasługuje skrobia tzw. kukurydzy włoskiej. Jest ona produkowana na niewielką skalę (poniżej 1 % w skali globu), z rośliny wyhodowanej metodą klasycznej selekcji odmian i zawiera wyłącznie amylopektynę. Jest znacznie droższa od skrobi kukurydzianej zwykłej, jednak odznacza się o wiele korzystniejszymi cechami użytkowymi.

Pod względem funkcjonalności skrobi, w produkcji żywności najistotniejsze są jej właściwości reologiczne, dlatego do oceny skrobi modyfikowanych stosuje się szereg metod. Najczęstszym standardem w tej dziedzinie stało się stosowanie wiskografów – aparatów, które co prawda nie pozwalają na wyznaczenie bezwzględnej lepkości, jednak badając przebieg kleikowania dostarczają szeregu informacji o charakterze technologicznym. W Europie (w tym również w polskim przemyśle skrobiowym) stosuje się powszechnie wiskografy Brabendera [7]. Standardem amerykańskim jest stosowanie wiskografów RVA. W przemyśle skrobiowym stosuje się także wiskozymetry Brookfielda i w kartach charakterystyki produktu różnych preparatów skrobiowych podaje się bardzo często parametry lepkości wyznaczone za pomocą tych właśnie aparatów.

Skrobia, po wydobyciu z materiału roślinnego, występuje w postaci nierozpuszczalnych w zimnej wodzie granulek. Do roztworu wodnego przechodzi dopiero w podwyższonej temperaturze (charakterystycznej dla odmiany botanicznej), zwanej temperaturą kleikowania. Utworzony w ten sposób roztwór koloidalny charakteryzuje się niską stabilnością i w technologii żywności nazywany jest popularnie kleikiem. Lepkość tak otrzymanego roztworu zależy nie tylko od stężenia, temperatury i szybko-

ści ścinania, czyli typowych parametrów istotnych dla oznaczania lepkości roztworów polimerów, ale również od sposobu sporządzania kleiku, odmiany botanicznej skrobi, a nawet warunków uprawy i przechowywania roślin [4]. Niestety, bardzo często producenci skrobi charakteryzując jej właściwości reologiczne podają ograniczone dane dotyczące warunków pomiaru. W praktyce, uniemożliwia to rzetelne porównywanie właściwości różnych preparatów skrobiowych.

Celem pracy było określenie podstawowych czynników decydujących o prawidłowości pomiaru właściwości reologicznych pięciu najpopularniejszych skrobi naturalnych.

Materiał i metody badań

Materiał badawczym były naturalne skrobie ziemniaczana (WPPZ, Luboń SA), pszenna (ZPZ, Niechlów), tapiokowa (Bosto Kąty, Kąty Wrocławskie), kukurydziana zwykła (Bosto Kąty, Kąty Wrocławskie) i kukurydziana woskowa (National Starch and Chemicals, USA).

Zawiesiny skrobiowe o różnym stężeniu poddawano badaniom przebiegu kleikowania za pomocą wiskografu Brabendera (Brabender® GmbH & Co. KG, Niemcy) z zastosowaniem następujących parametrów pomiaru:

- puszka pomiarowa – 700 Nm,
- szybkość ogrzewania/chłodzenia – 1,5 °C/min,
- czas termostatowania – 30 min.

Badanie przebiegu kleikowania skrobi polegało na ogrzewaniu zawiesiny skrobiowej od temperatury pokojowej do 92,5 °C, termostatowaniu w tej temperaturze, a następnie na ochłodzeniu do 25 °C. Różny przebieg procesu kleikowania związany jest z różną zdolnością skrobi do przechodzenia do roztworu. Obecność minimum w przebiegu krzywej kleikowania wskazuje na osiągnięcie przez makrocząsteczkę skrobiową maksymalnej solwatacji przez cząsteczki wody. Brak minimum wskazuje na znaczną asocjację pomiędzy makrocząsteczkami skrobi.

Kleiki skrobiowe do badań reometrycznych sporządzano bezpośrednio przed pomiarami z zastosowaniem zarówno procesu pasteryzacji, jak i sterylizacji. W tym celu zawiesinę skrobiową kleikowano w łaźni wodnej z użyciem mieszadła mechanicznego przez 10 min, a tak przygotowane roztwory znakowano jako pasteryzowane. W celu otrzymania roztworów sterylizowanych, kleiki pasteryzowane poddawano dodatkowej obróbce w temperaturze 121 °C w ciągu 15 min w autoklawie Sturdy Industrial Co., Ltd, (Taiwan). Pomiary lepkości prowadzono w temp. 25 °C z użyciem dwóch różnych aparatów: reometru RheoStres1 firmy HAAKE (Niemcy) oraz wiskozymetru Brookfielda Digital Viscometer Model DV II. W badaniach za pomocą reometru HAAKE stosowano rotory: Z20 DIN Ti; oraz DG43 Ti. Pomiar w trybie CS prowadzono przy naprężeniu ścinającym $\tau = 50$ Pa, w ciągu 10 min.

Wyniki i dyskusja

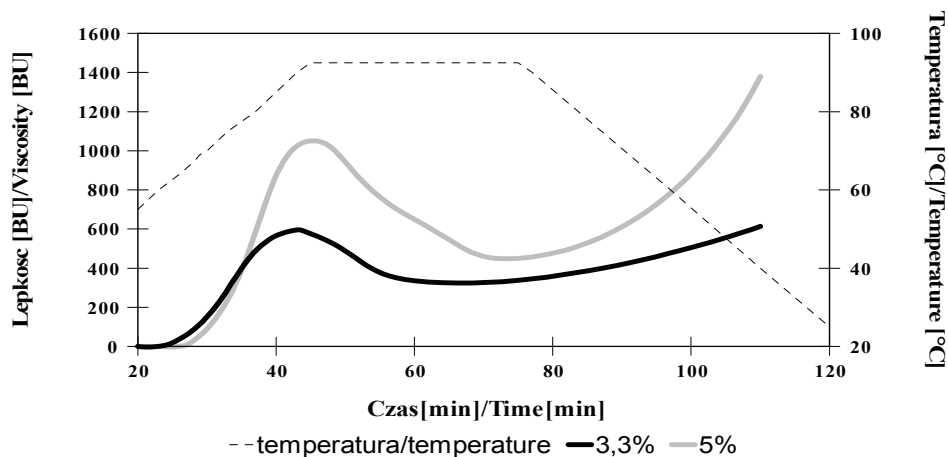
Badanie przebiegu kleikowania

Ze względu na przebieg procesu kleikowania skrobie naturalne dzieli się na trzy typy:

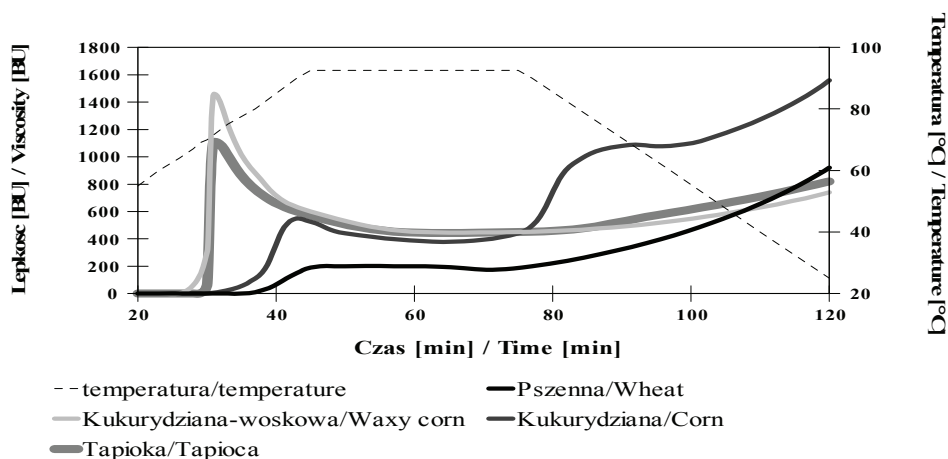
- I – wykazujące gwałtowny wzrost lepkości w pierwszym etapie kleikowania podczas ogrzewania zawiesiny skrobiowej, a następnie równie gwałtowny spadek lepkości w czasie termostatowania i ponowny wzrost lepkości w toku chłodzenia,
- II – wykazujące umiarkowany wzrost lepkości podczas ogrzewania, brak zmian lepkości w czasie termostatowania i ponownie umiarkowany wzrost lepkości w toku chłodzenia,
- III – wykazujące bardzo powolny wzrost lepkości we wszystkich etapach pomiaru.

Trzy spośród badanych skrobi (ziemniaczana, tapiokowa i kukurydziana woskowa) kleikowały wg schematu I, natomiast dwie inne (pszenna i kukurydziana zwykła) wg schematu II (rys. 1 i 2). Pod względem technologicznym, najważniejszym parametrem charakteryzującym zdolność skrobi naturalnej do zagęszczania produktów spożywczych jest lepkość kleiku po ochłodzeniu – największą charakteryzowała się skrobia ziemniaczana. Lepkość ta była tak duża, że niemożliwe było analizowanie przebiegu kleikowania skrobi ziemniaczanej o stężeniu 8 %, tak jak to zrobiono w przypadku skrobi innych gatunków roślin. Należy podkreślić, że charakter krzywej kleikowania zmieniał się również ze zmianą stężenia. Przebieg kleikowania skrobi ziemniaczanej o stężeniu 5 % przebiegał ze znacznie bardziej wyraziście zaznaczonym pikiem lepkości, tzn. zarówno wzrost lepkości podczas wstępnej fazy kleikowania był silniejszy, jak również jej spadek w dalszym etapie był głębszy niż w przypadku zawiesiny o stężeniu 3,3 %.

Drugi z istotnych technologicznie parametrów, czyli temperatura kleikowania była najniższa w przypadku skrobi kleikujących wg schematu I, natomiast istotnie wzrastała podczas kleikowania skrobi zbożowych, czyli pszennej i kukurydzianej zwykłej. Podwyższona temperatura kleikowania skrobi zbożowych związana jest z większą zawartością tłuszczów i białek, które wiążąc amylozę w postaci kompleksu utrudniają jej przejście do roztworu. Na właściwości reologiczne skrobi wpływa silnie nie tylko obecność naturalnie występujących frakcji, ale również obecność dodawanych substancji obcych takich, jak: sole, cukry czy inne hydrokoloidy [8, 9].



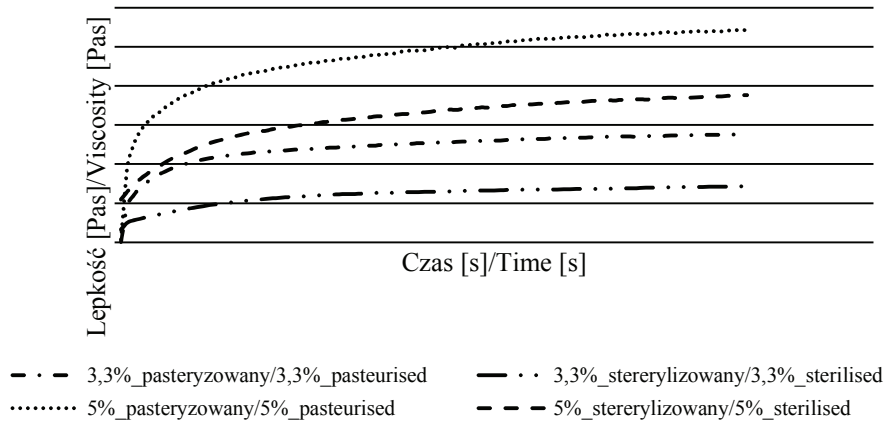
Rys. 1. Przebieg kleikowania zawiesin skrobi ziemniaczanej o różnym stężeniu.
Fig. 1. Course of pasting potato starch suspensions showing different concentrations.



Rys. 2. Przebieg kleikowania 8 % zawiesin różnych gatunków skrobi.
Fig. 2. Course of pasting 8% suspensions of different starch types showing different concentrations.

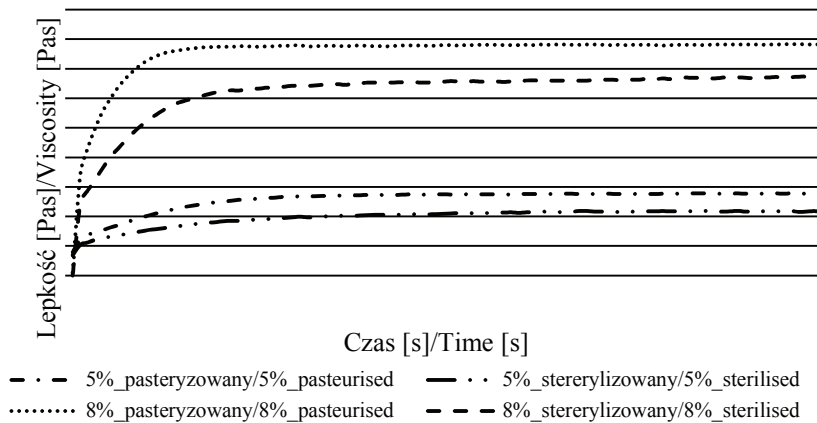
Pomiar lepkości – wpływ sposobu przygotowania kleików

Skrobie, w odróżnieniu od polimerów syntetycznych, tworzą roztwory, których właściwości reologiczne silnie zależą od sposobów ich przygotowania. We wszystkich przypadkach stwierdzono istotne różnice pomiędzy wielkościami lepkości kleików pasteryzowanych i sterylizowanych. Przy tym skrobie kleikowane wg schematu I (rys. 3 - 5) i II (rys. 6) zachowywały się różnie.



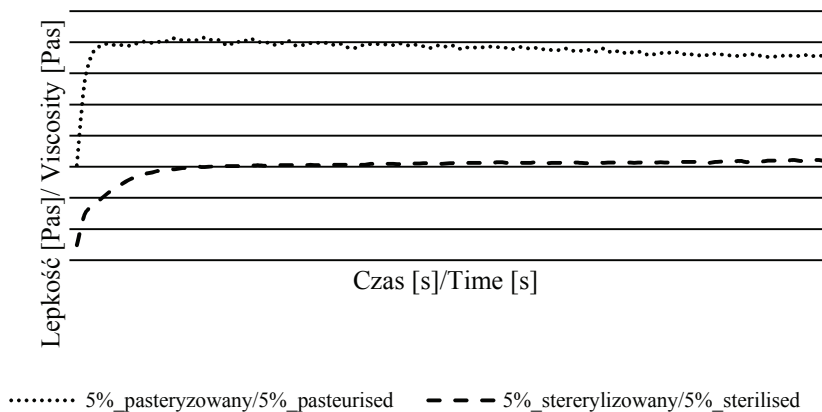
Rys. 3. Lepkość kleików skrobi ziemniaczanej o różnym stężeniu, przyrządzonych w różny sposób, oznaczona za pomocą reometru HAAKE przy stałej szybkości ścinania 100 s^{-1} .

Fig. 3. Viscosity of potato starch pastes showing different concentration and prepared in different ways, determined using HAAKE rheometer at a constant shear rate of 100 s^{-1} .



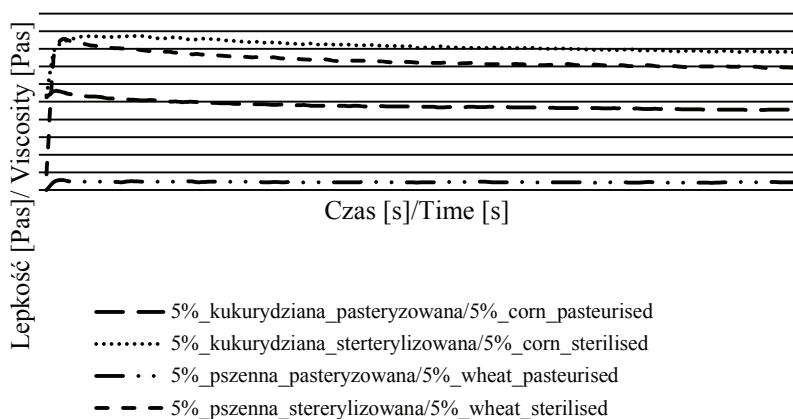
Rys. 4. Lepkość kleików skrobi kukurydzianej woskowej o różnym stężeniu, przyrządzonych w różny sposób, oznaczona za pomocą reometru HAAKE przy stałej szybkości ścinania 100 s^{-1} .

Fig. 4. Viscosity of waxy corn starch pastes showing different concentration and prepared in different ways, determined using HAAKE rheometer at a constant shear rate of 100 s^{-1} .



Rys. 5. Lepkość kleików skrobi tapiokowej o stężeniu 5 %, przyrządzonych w różny sposób, oznaczona za pomocą reometru HAAKE przy stałej szybkości ścinania 100 s^{-1} .

Fig. 5. Viscosity of tapioca starch pastes showing 5% concentration and prepared in different ways, determined using HAAKE rheometer at a constant shear rate of 100 s^{-1} .



Rys. 6. Lepkość kleików skrobi kukurydzianej zwykłej oraz pszennej o stężeniu 5 %, przyrządzonych w różny sposób, oznaczona za pomocą reometru HAAKE przy stałej szybkości ścinania 100 s^{-1} .

Fig. 6. Viscosity of usual corn and wheat starch pastes showing 5% concentration and prepared in different ways, determined using HAAKE rheometer at a constant shear rate of 100 s^{-1} .

Pasteryzowane kleiki skrobi ziemniaczanej, kukurydzianej woskowej i tapiokowej wykazywały większą lepkość niż odpowiednie kleiki sterylizowane (rys. 3 - 5). Odwrotnie w przypadku skrobi kukurydzianej zwykłej i pszennej, to sterylizowane kleiki wykazywały większą lepkość niż pasteryzowane (rys. 6). Te odmienności można wytłumaczyć różnicami podatności na kleikowanie, wykazanymi już za pomocą wi-

skografu. W literaturze przedstawiany jest pogląd, że najpopularniejszy w technologii sposób rozpuszczania skrobi, czyli pasteryzacja, nie zapewnia molekularnego rozproszenia cząsteczek. Można to uzyskać przez dodatkowe podwyższenie temperatury obróbki cieplnej [1]. Z drugiej strony, z procesem sterylizacji łączy się ryzyko rozkładu hydrolytycznego. Skrobie łatwo kleikujące (ziemniaczana, kukurydziana woskowa i tapiokowa) już w procesie pasteryzacji ulegają molekularnemu rozproszeniu i dalsza obróbka hydrotermiczna powoduje ich hydrolizę i zmniejszenie lepkości.

Skrobie trudniej kleikujące (kukurydziana zwykła i pszenna), związane w postaci kompleksów lipidowo-skrobiowych, do molekularnego rozproszenia wymagają wyższej temperatury i stąd w pełni rozwijają swoje zdolności zagęszczające dopiero po procesie sterylizacji.

Pomiar lepkości – wpływ konstrukcji czujnika

Porównywanie funkcjonalności preparatów skrobiowych wymaga precyzyjnego zachowania identycznych warunków pomiarowych. W przemyśle skrobiowym standardem stało się stosowanie wiskozymetrów Brookfielda – aparatów, w których pomiar polega na wyznaczeniu naprężenia, jakie powstaje podczas obrotu tzw. wrzeciona w ciekłym medium znajdującym się w naczyniu, którego rozmiary (dostatecznie duże) nie decydują o wyniku pomiaru. Konsekwencją tego typu założeń konstrukcyjnych jest brak możliwości precyzyjnego pomiaru szybkości ścinania. Zamiast tego pomiar naprężenia ścinającego odnosi się do szybkości kątovej wrzeciona. Wskutek pozornego podobieństwa jednostek szybkości ścinania i szybkości obrotowej (odp. s^{-1} i obr/min) użytkownik uważa, że uprawnione jest porównywanie wyników uzyskiwanych na różnych aparatach przy tej samej szybkości obrotowej. Ilustracją skali błędu, jaki można poczynić z racji tak przyjętych założeń są wyniki pomiarów lepkości kleików za pomocą wiskozymetru Brookfielda i reometru HAAKE (tab. 1).

Używając wiskozymetru Brookfielda, w większości przypadków uzyskiwano większe wartości liczbowe niż z reometru Brookfielda. Nie było to jednak regułą i niektóre wyniki otrzymane przy większych prędkościach kątowych wykazywały odwrotną zależność. Brak jednoznacznej zależności pomiędzy wynikami uzyskiwanymi za pomocą aparatów Brookfielda i HAAKE jest oczywisty, jeśli weźmie się pod uwagę, że w reometrze HAAKE zadanie określonej szybkości kątovej wiąże się z zadaniem konkretnej szybkości ścinania, ale po uwzględnieniu rodzaju stosowanego rotora. Natomiast w wiskozymetrze Brookfielda w ogóle niemożliwe jest precyzyjne wyznaczenie szybkości ścinania. Powyższe obserwacje wskazują, że użytkownicy wiskozymetrów Brookfielda, mimo wyrażania wyniku pomiaru w jednostkach bezwzględnych, mogą porównywać wyniki jedynie wówczas, gdy w toku pomiaru nie tylko zastosują tę samą szybkość kątową, ale również będą posługiwać się tym samym wrzecionem.

Tabela 1

Lepkość kleików skrobiowych zmierzonych za pomocą wiskozymetru Brookfielda oraz reometru HAAKE przy zadaniu tej samej szybkości obrotowej.

Viscosity of starch pastes measured with Brookfield viscometer and HAAKE rheometer at the same rotational velocity set.

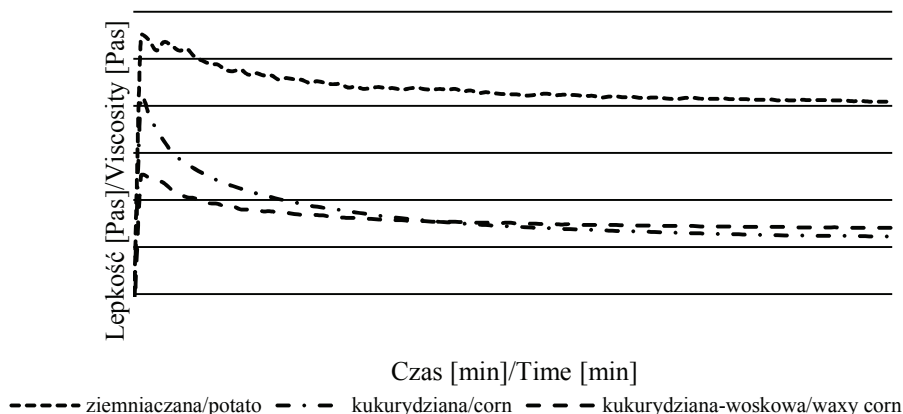
Lepkość pasteryzowanych lub sterylizowanych kleików skrobi ziemniaczanej o różnych stężeniach [mPa·s]								
Viscosity of pasteurised or sterilized potato starch pastes of different concentrations [mPa·s]								
Szybkość kątowa [obr./min] Angular velocity [rev/min]	3,3 %				5 %			
	pasteryzowany pasteurised		sterylizowany sterilized		pasteryzowany pasteurised		sterylizowany sterilized	
	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake
20	1170	666	366	175	5200	1100	900	477
50	1140	606	264	245	5000	1242	650	629
100	980	551	220	286	3900	1086	600	753
Lepkość pasteryzowanych lub sterylizowanych kleików skrobi kukurydzianej woskowej o różnych stężeniach [mPa·s]								
Viscosity of pasteurised or sterilized waxy corn starch pastes of different concentrations [mPa·s]								
Szybkość kątowa [obr./min] Angular velocity [rev/min]	5 %				8 %			
	pasteryzowany pasteurised		sterylizowany sterilized		pasteryzowany pasteurised		sterylizowany sterilized	
	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake
20	1500	248	1000	205	2400	846	1820	612
50	930	260	640	199	1500	950	1120	671
100	690	278	490	216	1280	783	770	672
Lepkość kleików skrobi kukurydzianej o różnych stężeniach [mPa·s]								
Viscosity of pasteurised or sterilized corn starch pastes of different concentrations [mPa·s]								
Szybkość kątowa [obr./min] Angular velocity [rev/min]	5 %				8 %			
	pasteryzowany pasteurised		sterylizowany sterilized		pasteryzowany pasteurised		sterylizowany sterilized	
	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake
20	2800	528	5800	1035	22800	4876	20000	-
50	1100	358	2000	552	13000	2611	12000	-
100	760	228	1100	390	6600	1517	10000	-

cd. Tab. 1.

Lepkość kleików skrobi pszennej o różnych stężeniach [mPa·s] Viscosity of pasteurised or sterilized wheat starch pastes of different concentrations [mPa·s]								
Szybkość kątowna [obr./min] Angular velo- city [rev/min]	5 %				8 %			
	pasteryzowany pasteurised		sterylizowany sterilized		pasteryzowany pasteurised		sterylizowany sterilized	
	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake
20	120	84	1200	807	8900	4086	20000	-
50	100	42	660	510	4600	2222	14000	-
100	90	22	450	346	3100	1660	11000	-
Lepkość kleików skrobi tapiokowej o różnych stężeniach [mPa·s] Viscosity of pasteurised or sterilized wheat starch pastes of different concentrations [mPa·s]								
Szybkość kątowna [obr./min] Angular velo- city [rev/min]	5 %				8 %			
	pasteryzowany pasteurised		sterylizowany sterilized		pasteryzowany pasteurised		sterylizowany sterilized	
	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake	Brookfield	Haake
20	2400	1186	400	342	10900	3413	2200	1701
50	1900	865	300	343	7600	3094	1700	1453
100	1800	657	250	320	6100	2165	1500	1321

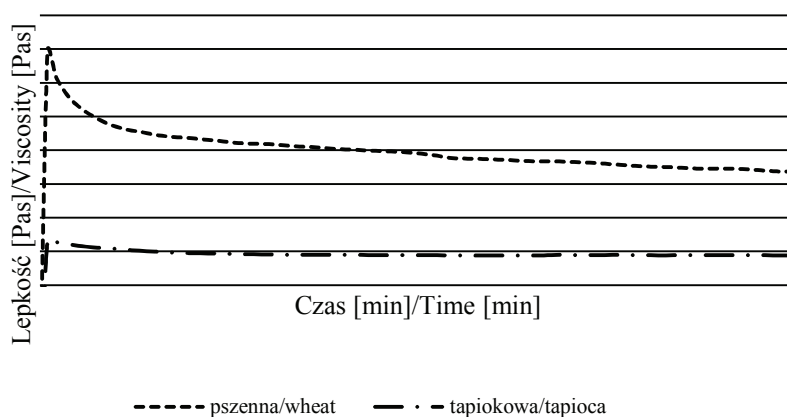
Pomiar lepkości – wpływ trybu pomiarowego

Dostępność aparatów pracujących w trybie kontrolowanej szybkości ścinania (CR) spowodowała, że pomiary lepkości skrobi dokonywane są głównie w ten sposób. Tymczasem w wielu sytuacjach technologicznych skrobie poddawane są długotrwałym stałym naprężeniom ścinającym i wówczas niezwykle przydatne byłyby dane, jak zmieniają się wówczas ich właściwości [2]. Z badań własnych wynika, że pod wpływem stałego naprężenia ścinającego, w początkowej fazie pomiaru następuje intensywny spadek lepkości wynikający z niszczenia struktury żelowej skrobi (rys. 7 i 8). Spadek ten był większy w przypadku skrobi kleikujących wg schematu II (kukurydziana zwykła i pszena) niż skrobi kleikujących wg schematu I (ziemniaczana, kukurydziana woskowa i tapiokowa). Po początkowym okresie szybkiego spadku, trwającym ok. 2 min, lepkość ustabilizowała się, zwłaszcza skrobi kleikujących wg schematu I. Od 2. do 10. min spadek lepkości kleików skrobi ziemniaczanej wynosił 10 %, tapiokowej 2 %, kukurydzianej woskowej 13 %, pszennej 15 % i kukurydzianej zwykłej aż 34 %.



Rys. 7. Zmiany lepkości w czasie, sterylizowanych kleików skrobi ziemniaczanej, kukurydzianej zwykłej oraz kukurydzianej woskowej o stężeniu 5 %, wywołane przyłożeniem stałego naprężenia ścinającego.

Fig. 7. Viscosity – time profiles of 5 % of sterilized potato, normal and waxy corn starch pastes triggered by a constant shear stress put



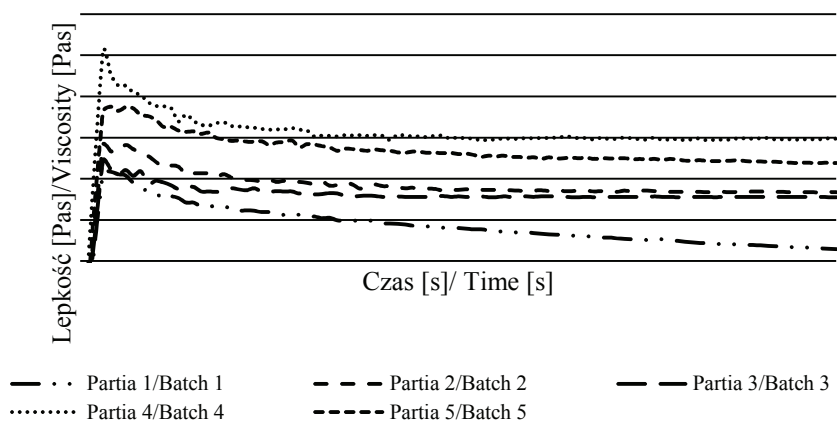
Rys. 8. Zmiany lepkości w czasie, sterylizowanych kleików skrobi pszennej i tapiokowej o stężeniu 5%, wywołane przyłożeniem stałego naprężenia ścinającego.

Fig. 8. Viscosity – time profiles of 5 % of sterilized wheat and tapioca starch pastes triggered by a constant shear stress put

Pomiar lepkości – wpływ partii materiału

Skrobia jako materiał biologiczny cechuje się znaczną zmiennością, zależącą nie tylko od gatunku rośliny, ale również odmiany, warunków uprawy, stosowanej technologii izolacji, jak również jakości wody technologicznej [4]. Informacje te znajdują potwierdzenie w badaniach własnych (rys. 9). Różnice pomiędzy wielkościami lepkości po 10 min działania stałego naprężenia na kleiki przyrządzane w taki sam sposób,

jednak z różnych próbek skrobi ziemniaczanej (pochodzących od tego samego producenta, lecz wytworzone w różnym czasie), różniły się od 2 % aż do 30 %.



Rys. 9. Zmiany lepkości 5 % sterylizowanych kleików przygotowanych z różnych partii skrobi ziemniaczanej, wywołane przyłożeniem stałego naprężenia ścinającego.

Fig. 9. Viscosity – time profiles of 5 % of sterilized pastes of potato starch prepared from different production batches and triggered by a constant shear stress put.

Wnioski

1. Celowe jest stosowanie różnych metod oceny właściwości reologicznych skrobi, gdyż mogą się wzajemnie uzupełniać.
2. Badanie przebiegu kleikowania skrobi za pomocą wiskografów, mimo że nie pozwala na oznaczenie bezwzględnych wielkości reologicznych, dostarcza istotnych z punktu widzenia technologicznego informacji, które znajdują potwierdzenie w rezultatach uzyskanych innymi metodami.
3. Lepkość kleików skrobiowych, będących cieczami nienewtonowskimi, zależy nie tylko od stężenia, temperatury, szybkości ścinania, ale również od sposobu przygotowania kleiku.
4. Porównywanie lepkości kleików skrobiowych zmierzonych za pomocą różnych aparatów wymaga precyzyjnego określenia szybkości ścinania. W przypadku wyników otrzymanych za pomocą wiskozymetru Brookfiedla, który pozwala na zadanie wyłącznie określonej szybkości obrotowej, niemożliwe jest ich porównywanie z rezultatami uzyskanymi z innych aparatów.
5. Przydatność wyników uzyskiwanych w trybie CS wskazuje na celowość szerszego rozpowszechnienia tej metody pomiarowej w ocenie preparatów skrobiowych.

Praca była prezentowana podczas Konferencji Naukowej nt. „Reologia w materii miękkiej”, Poznań, 21 - 22 czerwca 2010 r.

Literatura

- [1] Cooreman F.L., van Rensburg H., Delcour J.A.: Pasting profiles and solubility of native and cross-linked corn starch in dimethylsulfoxide-water mixture. *J. Cereal Sci.*, 1995, **22**, 251-257.
- [2] Le Thanh-Blicharz J., Białas W., Lewandowicz G.: Response surface optimization of manufacturing of dietary starch products. *Acta Scient. Polon., Techn. Aliment.*, 2009, **8 (4)**, 51-62.
- [3] Leszczyński W.: Skrobia – surowiec przemysłowy budowa i właściwości. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2004, **500**, 69-98.
- [4] Leszczyński W., Zięba T., Prośba-Białczyk U., Mydlarski M.: Wpływ sposobu uprawy ograniczającego rozwój zarazy ziemniaka na zawartość i właściwości skrobi. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **4 (25) Supl.**, 84-90.
- [5] Lewandowicz G., Balcerek W., Walkowski A.: Produkcja i zastosowanie skrobi modyfikowanych. *Mat. V Konf. Nauk. „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. Przetwórstwo ziemniaka czynnikiem wzrostu i racjonalizacji jego produkcji”*, Szklarska Poręba, 12-15 maja 2008, ss. 97-105.
- [6] Nakorn K.N., Tongdang T., Sirivongpaisal P.: Crystallinity and rheological properties of pregelatinized rice starches differing in amylose content. *Starch/Stärke*, 2009, **61**, 101-108.
- [7] PN-A-74706:1984. Przetwory skrobiowe, metody badań krochmali.
- [8] Ribotta P.D., Colombo A., Alberto E. Alberto L.E., Añón M.C.: Effects of soy protein on physical and rheological properties of wheat starch. *Starch/Stärke*, 2007, **59**, 614-623.
- [9] Sikora M., Krystyan M.: Interactions of potato (*Solanum tuberosum* L.) starch with selected polysaccharide hydrocolloids – a mini review. *Food*, 2009, Special Issue 1 - Potato III, 72-78.
- [10] Swinkles J.J.M.: Composition and properties of commercial native starches. *Starch/Stärke*, 1985, **37**, 1-5.

EVALUATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF COMMERCIAL NATIVE STARCHES

S u m m a r y

Based on the research into five commonly used natural starches (potato, usual corn, waxy corn, wheat, and tapioca), an attempt was made to determine the basic factors appearing decisive for the correctness of measuring the rheological properties of the starches. The research was carried out using a Brabender viscograph, a Brookfield viscometer, and a HAAKE rheometer. It was shown that various methods applied to evaluate starch properties could be complementary to each other. The analysis of the course of the pasting process by the Brabender viscograph provides significant technological information, although it does not make possible to determine absolute rheological quantities; the information obtained from this analysis are reflected in the results obtained using other methods. The viscosity of starch pastes, which are non-Newtonian fluids, depends not only on the concentration, temperature, and shear rate, but, also, on the preparation method of starch paste. In order to compare the starch paste viscosity data measured using different apparatuses, it is necessary to precisely determine the share rate at which the measurement is taken. The research results, obtained using the apparatuses in which only the angular velocity of spindle is set (for example Brookfield viscometer) are not comparable with the results obtained from the measurements taken using other devices.

Key words: starch, rheological properties, measurement standards 

ELŻBIETA PISULEWSKA, RENATA TOBIASZ-SALACH,
ROBERT WITKOWICZ, EWA CIEŚLIK, DOROTA BOBRECKA-JAMRO

WPLYW WARUNKÓW SIEDLISKA NA ILOŚĆ I JAKOŚĆ LIPIDÓW W WYBRANYCH FORMACH OWSA

Streszczenie

W badaniach prowadzonych w latach 2008-2009 oceniano wpływ warunków siedliska na zawartość i plon tłuszczu oraz skład kwasów tłuszczowych w ziarnie dwóch oplewionych (odmiana Krezus, ród 7105) i dwóch nagoziarnistych (odmiana Polar i ród 7505) genotypów owsa siewnego. Doświadczenia polowe zlokalizowane były w województwie podkarpackim (Dukła, Lubliniec Nowy i Przeclaw) na stanowiskach zróżnicowanych pod względem warunków glebowych i atmosferycznych. Zróżnicowane warunki siedliska nie wywarły istotnego wpływu na zawartość lipidów w ziarnie owsa, w badanych sezonach wegetacyjnych. Istotne różnice zawartości tłuszczu w ziarnie stwierdzono pomiędzy badanymi genotypami. Formy nagoziarniste (odmiana Polar – 5,20 % i ród STH 7505 – 6,32 %) zawierały o 32 % tłuszczu więcej w porównaniu z formami oplewionymi (odmiana Krezus – 3,88 % i ród STH7105 – 3,91 %). Plon tłuszczu owsa z jednostki powierzchni zależny był od przebiegu warunków atmosferycznych, lokalizacji badań i genotypu. Największe zróżnicowanie składu kwasów tłuszczowych stwierdzono pomiędzy porównywanymi genotypami. Najwięcej kwasu oleinowego (41,54 %), a najmniej kwasu linolowego (38,00 %) i linolenowego (1,00 %) zawierał krótkosłomy, nagoziarnisty ród STH7505. Z kolei najmniej kwasu oleinowego (37,05 %), a najwięcej kwasu linolowego (40,71%) i linolenowego (1,39 %) zawierała oplewiona odmiana Krezus.

Słowa kluczowe: ziarno owsa, zawartość lipidów, plon tłuszczu, skład kwasów tłuszczowych

Wstęp

Ziarno owsa coraz częściej wykorzystywane jest w przemyśle spożywczym. W produkcji żywności ziarno to postrzegane jest nie tylko jako ważne źródło włókna pokarmowego, ale także tłuszczu o dobrej jakości [8, 9, 16]. Ze względu na dużą, w porównaniu z innymi zbożami, zawartość tłuszczu, o znacznym udziale nienasyco-

Prof. dr hab. E. Pisulewska, dr inż. R. Witkiewicz, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Wydz. Rolniczo-Ekonomiczny, al. Mickiewicza 21, prof. dr hab. E. Cieślik, Małopolskie Centrum Monitoringu i Atestacji Żywności, Wydz. Technologii Żywności, ul. Balicka 122, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, 30-149 Kraków, dr inż. R. Tobiasz-Salach, prof. dr hab. D. Bobrecka-Jamro, Katedra Produkcji Roślinnej, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. M. Cwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów

nych kwasów tłuszczowych, owies jest cennym rodzajem zboża [15]. Istotnym czynnikiem wpływającym na plon i jakość ziarna owsa są warunki siedliska [12, 14].

Celem badań była ocena wpływu warunków siedliska (gleby oraz przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji roślin) na plon tłuszczu, zawartość tłuszczu oraz skład kwasów tłuszczowych w ziarnie oplewionych i nagoziarnistych genotypów owsa.

Material i metody badań

Doświadczenia polowe prowadzono w latach 2008 - 2009 w województwie podkarpackim, w trzech miejscowościach: Dukla (49°55'N, 21°68'E), Lubliniec Nowy (50°29'N, 23°09'E) i Przecław (50°19'N, 21°48'E). W Dukli poletka zakładano na glebie brunatnej wylugowanej, o składzie granulometrycznym iłu pylastego o odczynie lekko kwaśnym. W Lublińcu Nowym doświadczenia przeprowadzono na piasku gliniastym mocnym, kompleksu żytniego dobrego, a w Przecławiu na glebie bielcowej, kompleksu zbożowo-pastewnego słabego, o składzie granulometrycznym utworu piaszczystego.

W badaniach porównywano odmiany i rody Hodowli Roślin Strzelce. Do doświadczeń wybrano dwie oplewione formy owsa – odmianę Krezus i krótkosłomy ród STH 7105 oraz dwie nagoziarniste – odmianę Polar i krótkosłomy ród STH 7505. W doborze odmian i rodów do badań uwzględniono zróżnicowane warunki glebowe i atmosferyczne województwa podkarpackiego, szczególnie dużą ilość opadów. Doświadczenia zakładano metodą split-plot, w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 13,5 m². Każdego roku ziarno zaprawione preparatem Baytan Universal (300 g na 100 kg nasion) wysiewano w ilości 550 szt·m⁻² z początkiem kwietnia. Przeprowadzone zabiegi agrotechniczne nie odbiegały od zasad przyjętych w uprawie owsa. Przebieg warunków pogodowych w badanych sezonach wegetacyjnych w poszczególnych miejscowościach przedstawiono w tab. 1.

Po zbiorze owsa z każdego powtórzenia pobierano próbki ziarna, w których po zmieleniu (młynek laboratoryjny typ WTŻ-1) oznaczano zawartość tłuszczu metodą ekstrakcji CO₂ [1] przy użyciu analizatora tłuszczu TFE 2000. Pojedynczą próbkę w ilości 0,5 g wkładano do metalowej gilzy pomiędzy dwie warstwy ziemi okrzemkowej (Leco-Dry) i umieszczano w aparacie TFE 2000 (Leco, USA). Ekstrakcja tłuszczu przebiegała z wykorzystaniem ciekłego dwutlenku węgla o czystości 4,5 (99,995 %) w następujących warunkach: temp. próbki 100 °C, przepływ CO₂ 1,5 dm³/min (po dekompresji), ciśnienie CO₂ 9000 psi, czas ekstrakcji 50 min (10 min ekstrakcja statyczna i 40 min ekstrakcja dynamiczna).

Tabela 1

Temperatura powietrza i opady atmosferyczne w latach 2008 - 2009 w miejscowościach lokalizacji pól doświadczalnych.

Air temperature and rainfall in the Podkarpackie Voivodship in 2008 – 2009, in the localities where experimental fields were situated.

Miesiąc Month	Temperatura / Temperature [°C]					Opady / Precipitation [mm]				
	Dekada / Decade			Średnia miesiąca Mean monthly value	Średnia wieloletnia Multi-annual mean value (1952 – 2006)	Dekada / Decade			Suma miesiąca Monthly total	Średnia wieloletnia Multi-annual mean value (1952 – 2006)
	I	II	III			I	II	III		
Przeclaw*										
2008										
Kwiecień / April	7,5	9,9	11,4	9,6	8,6	9,2	20,3	6,5	36,0	55,0
Maj / May	11,6	14,5	14,9	13,7	14,3	27	33,9	21,5	82,4	68,9
Czerwiec / June	18,4	16,5	20,3	18,4	17,4	1,4	24,4	9,8	35,6	79,6
Lipiec / July	18,3	19,5	18,9	18,9	19,1	52,4	35,4	36,1	121,9	96,3
Sierpień / August	19,5	19,6	18,8	19,3	18,1	29,1	17,0	23,8	69,9	76,5
2009										
Kwiecień / April	10,1	10,1	11,9	10,7	-	0,8	0,2	0,0	1,0	-
Maj / May	13,0	13,9	14,6	13,9	-	5,7	23,2	48,1	77,0	-
Czerwiec / June	14,9	15,9	19,0	16,6	-	12,7	48,7	112,6	174,0	-
Lipiec / July	20,0	20,4	19,7	20,0	-	15,7	24,8	14,0	54,5	-
Sierpień / August	19,4	17,7	17,4	18,1	-	2,0	19,8	13,3	35,1	-
Lubliniec Nowy*										
2008										
Kwiecień / April	8,3	9,6	9,5	9,1	-	12,8	34,4	7,6	54,8	-
Maj / May	10,9	14,2	14,0	13,0	-	29,9	54,9	23,9	108,7	-
Czerwiec / June	16,9	16,6	19,2	17,6	-	0,2	20,1	20,7	41,0	-
Lipiec / July	17,4	19,0	18,9	18,4	-	37,8	43,8	29,1	110,7	-
Sierpień / August	19,7	20,1	17,0	18,9	-	20,4	21,8	24,7	66,9	-
2009										
Kwiecień / April	9,9	9,2	11,5	10,2	-	2,7	4,8	0,1	7,6	-
Maj / May	12,0	13,4	13,9	13,1	-	2,8	45,1	39,9	87,8	-
Czerwiec / June	14,9	15,5	19,7	16,7	-	27,2	30,9	17,9	76,0	-
Lipiec / July	20,0	20,3	19,8	20,0	-	18,7	2,5	22,4	43,6	-
Sierpień / August	19,1	17,7	18,0	18,3	-	7,3	24,5	2,2	34,0	-
Dukla*										
2008										
Kwiecień / April	7,7	9,6	10,7	9,33	-	13,7	55,4	3,9	73,0	-
Maj / May	11,4	15,1	17,5	14,7	-	27,5	48,5	9,4	85,4	-
Czerwiec / June	18,6	16,1	14,0	16,2	-	13,4	29,3	29,2	71,9	-
Lipiec / July	18,4	19,0	20,6	19,3	-	47,9	64	118,4	230,3	-
Sierpień / August	20,3	20,3	18,9	19,8	-	49,4	10,8	23,1	83,3	-
2009										
Kwiecień / April	11,8	10,8	13,1	11,9	-	3,4	11,5	3	17,9	-
Maj / May	13,0	14,8	16,0	14,6	-	9,9	41,3	76,7	127,9	-
Czerwiec / June	15,3	16,2	18,5	16,7	-	15,2	48	91,1	154,3	-
Lipiec / July	20,5	21,1	22,3	21,3	-	26,0	8,1	19,1	53,2	-
Sierpień / August	19,9	18,9	20,1	19,6	-	37,0	13,7	31,3	87,0	-

Objaśnienia: /Explanatory notes:

* – miejscowości / localities

W wyekstrahowanym tłuszczu oznaczano skład kwasów tłuszczowych metodą AOAC 991,39 [1] z zastosowaniem chromatografu gazowego (aparatu typu Varian 3400) sprzężonego ze spektrometrem mas firmy Shimadzu (model QP 5050A) wyposażonego w kolumnę kapilarną SP-2560 o długości 100 m, grubości filmu 0,25 μm i średnicy 0,25 mm (Supelco). Gaz nośny stanowił hel. Chromatograf gazowy pracował w opcji z podziałem strumienia (split). Temp. portu nastrzykowego wynosiła 245 °C, objętość nastrzyku 1 μl , a przepływ objętościowy gazu nośnego przez kolumnę 1,8 ml/min. Całkowity program analityczny trwał 60 min. Spektrometr mas pracował w opcji jonizacji elektronami (Electron Impact) w pełnym zakresie skanowania widma – od 40 do 500 m/z. Energia jonizacji wynosiła 70 eV. Identyfikacji estrów metylo- wych wyższych kwasów tłuszczowych dokonywano na podstawie mieszaniny referen- cyjnej tych związków (FAME Mixture, Larodan Fine Chemicals) oraz biblioteki widm masowych (NIST 1,7).

Ze względu na pozyskiwany coraz częściej w różnych krajach olej owsiany (USA, kraje skandynawskie), w pracy obliczono także teoretyczną wydajność tłuszczu z jednostki powierzchni (plon ziarna owsa \times zawartość lipidów). Uzyskane w anali- zach chemicznych wyniki oraz obliczone plony tłuszczu poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem analizy wariancji (StatSoft) [11].

Wyniki i dyskusja

Zróżnicowane warunki siedliska nie wywarły istotnego wpływu na zawartość li- pidów w ziarnie owsa (tab. 1 i 2). Bez względu na lokalizację doświadczenia, a zatem zróżnicowane warunki atmosferyczne (tab. 1) i glebowe (Dukła, Lubliniec, Przecław), zawartość tłuszczu była podobna (tab. 2). W badanych sezonach wegetacyjnych 2008 i 2009, zawartość lipidów w ziarnie owsa także nie była istotnie zróżnicowana (tab. 2).

Zawartość tłuszczu w ziarnie owsa zależy od wielu czynników: warunków gle- bowych (typu gleby, zasobności w składniki pokarmowe), przebiegu warunków atmos- ferycznych w okresie wegetacji [12], metodyki oznaczania lipidów [3, 8], a przede wszystkim od formy owsa (odmiana oplewiona lub nagoziarnista) [5, 6], przygotowa- nia próbki (ziarno oplewione, obłuszczone) [4] i genotypu [2, 7]. W przeprowadzonych badaniach istotne zróżnicowanie zawartości tłuszczu stwierdzono jedynie pomiędzy badanymi genotypami (tab. 2). Formy nagoziarniste różniły się istotnie pod względem zawartości lipidów (tab. 2), a ponadto zawierały o 1,87 % tłuszczu więcej w porówna- niu z formami oplewionymi. W literaturze przedmiotu podawany jest zróżnicowany poziom lipidów w ziarnie polskich odmian owsa, niemniej można przyjąć, że zawiera się w granicach od 3,5 do 6,3 % w ziarnie oplewionym i od 5,5 do 7,9 % w odmianach nagoziarnistych [5, 6, 7]. W badaniach własnych, zawartość tłuszczu w ziarnie porów- nywanych genotypów (tab. 2) mieściła się w podanych powyżej granicach. Uzyskane

wyniki potwierdziły także większą zawartość lipidów w ziarnie form nagoziarnistych (średnio 5,76 %) w porównaniu z oplewionymi (średnio 3,89 %).

Tabela 2

Zawartość tłuszczu i plon tłuszczu w zależności od sezonu wegetacyjnego, lokalizacji doświadczenia oraz genotypu owsa.

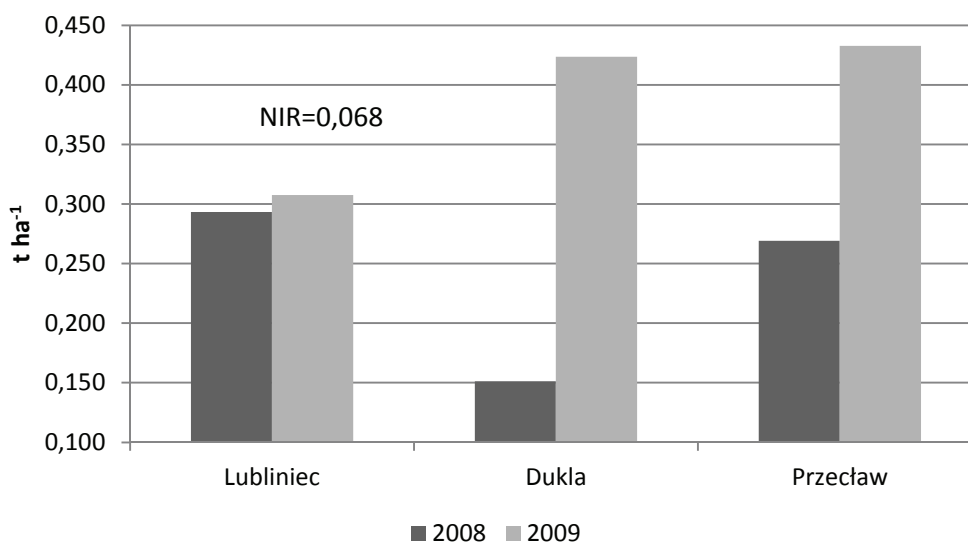
Content of lipids and fat yield depending on the vegetation season, experiment location, and oat genotype.

Czynnik/Factor	Zawartość tłuszczu / Fat Content [%]	Plon tłuszczu / Fat Yield [t·ha ⁻¹]
Rok/Year		
2008	4,61	0,238
2009	5,04	0,388
NIR/LSD	r.n./n.s.	0,016
Miejscowość / Locality		
Lubliniec	4,87	0,300
Dukla	4,90	0,287
Przeclaw	4,71	0,351
NIR/LSD	r.n./n.s.	0,024
Genotyp / Genotype		
STH 7105	3,91	0,257
Krezus	3,88	0,342
Polar	5,20	0,241
STH7505	6,32	0,412
NIR/LSD	0,73	0,019

Plon tłuszczu jest wypadkową plonu ziarna i zawartości w nim lipidów. Obliczone teoretyczne wartości plonu tłuszczu były istotnie zróżnicowane w zależności od sezonu wegetacyjnego, lokalizacji doświadczenia i genotypu (tab. 2, rys. 1 - 3). Przebieg warunków pogodowych w 2009 r. (tab. 1) okazał się korzystniejszy do wzrostu i rozwoju roślin, a także gromadzenia lipidów w ziarnie, co istotnie wpłynęło na większy plon tłuszczu z jednostki powierzchni w porównaniu z rokiem 2008 (tab. 2, rys. 1). Ilość opadów w sezonie wegetacyjnym 2008 roku była wyższa od średniej wieloletniej w Dukli o 168 mm, w Lublińcu Nowym o 5,8 mm, a jedynie w Przeclawiu niższa o 30,5 mm (tab. 1). O gorszych warunkach wegetacji w pierwszym roku prowadzenia badań, pomimo większej lub zbliżonej do średniej wieloletniej sumy opadów w porównywanych miejscowościach, zadecydował ich rozkład w poszczególnych miesiącach. Rośliny owsa są wrażliwe na deficyt wody w początkowej fazie rozwoju oraz w okresie wypełniania ziarna. W 2008 roku najwięcej deszczu było w lipcu (Dukla 230 mm, Lubliniec Nowy 111 mm i Przeclaw 122 mm), a więc już w fazie dojrzewania

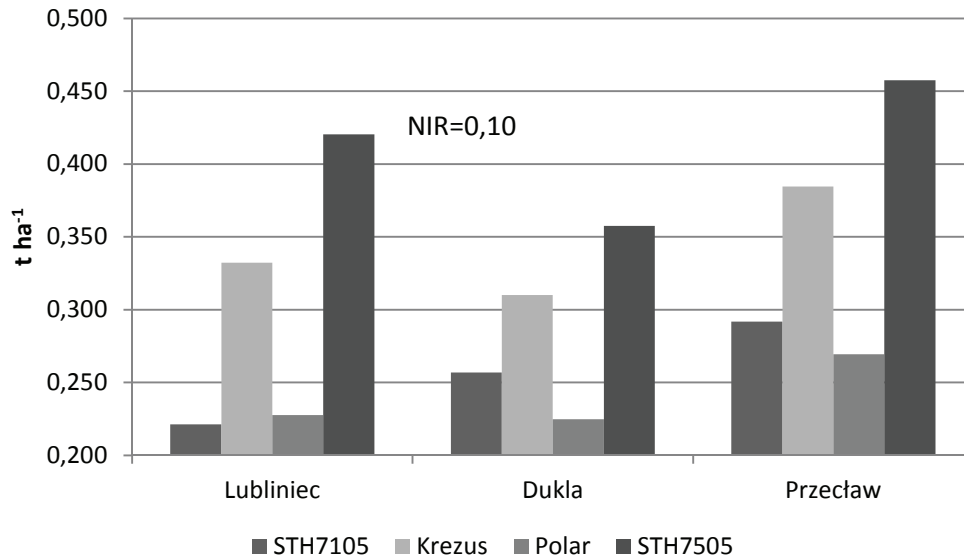
nia ziarna. Na rys. 1. przedstawiono plon lipidów w zależności od lat badań i lokalizacji doświadczeń. Największe plony tłuszczu uzyskano z ziarna owsa uprawianego w Przecławiu w 2009 r., a najmniejsze w Dukli w 2008 r. (rys. 1). Średnia wydajność tłuszczu z jednostki powierzchni poletka doświadczalnego w Dukli była o około 64 kg, a w Lublińcu o 51 kg mniejsza w porównaniu z plonami lipidów w Przecławiu (tab. 2).

Badane odmiany i rody owsa siewnego istotnie różniły się pod względem plonu tłuszczu (tab. 2). Największy obliczony plon lipidów uzyskano z nagoziarnistego rodu STH7505 uprawianego w Przecławiu, a najmniejszy z oplewionego rodu STH7105 badanego w Lublińcu (rys. 2). Porównując wartości plonu tłuszczu w latach prowadzenia badań, stwierdzono istotne współdziałanie pomiędzy badanymi odmianami/rodami a przebiegiem warunków atmosferycznych (rys. 3). Korzystny dla wzrostu i rozwoju roślin przebieg pogody w 2009 r. wpłynął na większe plony lipidów, w porównaniu z 2008 r. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono zależności pomiędzy formą odmiany/rodu a plonem tłuszczu. Można więc sądzić, że o wielkości plonu lipidów badanych odmian/rodów decydowała zarówno wielkość plonu ziarna, jak i zawartość w nim tłuszczu [6].



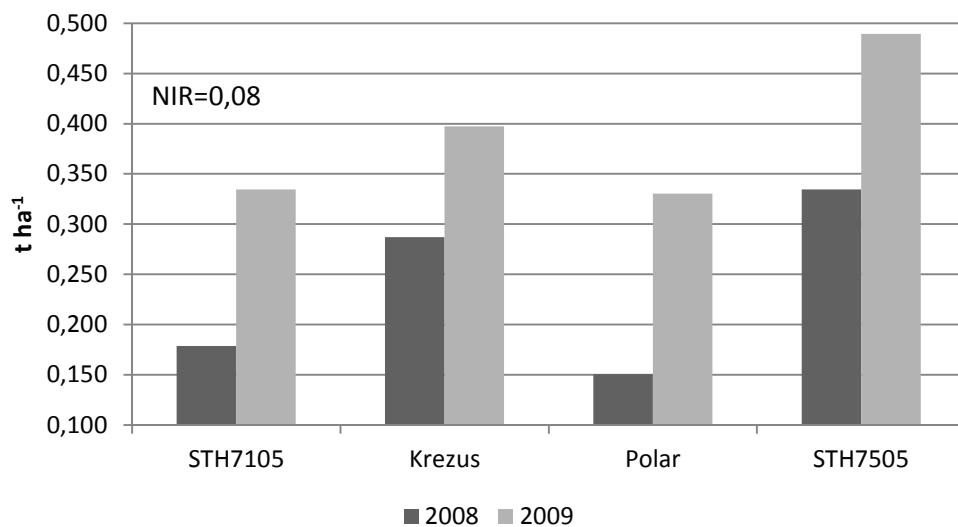
Rys. 1. Plon tłuszczu z ziarna owsa w zależności od lat i lokalizacji doświadczeń.

Fig. 1 Yield of fat from oat grain depending on years and location of experiments.



Rys. 2. Plon tłuszczu z ziarna owsa w zależności od genotypu i lokalizacji doświadczeń.

Fig. 2. Yield of fat from oat grain depending on genotype and location of experiments.



Rys. 3. Plon tłuszczu z ziarna owsa w zależności od genotypu i sezonu wegetacyjnego.

Fig. 3. Yield of fat from oat grain depending on genotype and vegetation season.

Tabela 3

Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w ziarnie owsa w zależności od genotypu, lokalizacji doświadczenia oraz sezonu wegetacyjnego.

Content of saturated fatty acids in oat grain depending on genotype, location of experiments, and vegetation season.

Czynnik Factor	Kwasy tłuszczowe / Fatty acids			
	Mirystynowy Myristoleic	Palmitynowy Palmitoleic	Stearynowy Stearic	Arachidowy Arachidic
Rok / Year				
2008	0,24	17,00	1,70	0,19
2009	0,25	17,19	1,29	0,15
NIR / LSD	r.n./n.s.	r.n./n.s.	0,24	0,03
Miejscowość / Locality				
Lubliniec	0,24	17,09	1,53	0,17
Dukla	0,24	17,19	1,47	0,15
Przeclaw	0,25	17,00	1,48	0,19
NIR / LSD	r.n./n.s.	r.n./n.s.	r.n./n.s.	r.n./n.s.
Genotyp / Genotype				
STH 7105	0,30	18,35	1,47	0,22
Krezus	0,25	17,55	1,21	0,14
Polar	0,22	16,52	1,64	0,16
STH7505	0,20	15,96	1,65	0,16
NIR / LSD	0,03	1,17	0,15	0,06

Profil kwasów tłuszczowych ziarna badanych odmian i rodów owsa przedstawiono w tab. 3 i 4. Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w ziarnie owsa (tab. 3) była istotnie zróżnicowana w zależności od roku prowadzenia badań, jak i genotypu. W sezonie wegetacyjnym 2008 r. zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych była nieznacznie większa (o 0,25 %) w porównaniu z rokiem 2009. Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych nie była natomiast statystycznie istotnie zróżnicowana w zależności od lokalizacji badań, a ich udział w tłuszczu wynosił od 18,91 % w próbkach z Przeclawia do 19,04 % w próbkach z Dukli. Istotne zróżnicowanie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych wystąpiło pomiędzy porównywanymi genotypami (tab. 3). Największy udział kwasów nasyconych w tłuszczu całkowitym stwierdzono w ziarnie oplewionego rodu STH7105, a najmniejszy w nagoziarnistym rodzie STH7505. Różnice zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych wystąpiły także pomiędzy formami oplewionymi i nagoziarnistymi. Formy oplewione (odmiana Kre-

zus i krótkosłomy ród STH7105) zawierały więcej kwasu mirystynowego, palmitynowego i arachidowego, natomiast mniej kwasu stearynowego, w porównaniu z formami nagoziarnistymi (odmiana Polar i ród STH 7505).

Badane odmiany i rody różniły się istotnie zarówno zawartością jedno-, jak i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (tab. 4). W 2008 r. stwierdzono większą zawartość kwasu oleinowego i ikozenowego, a także z grupy kwasów wielonienasyconych, większą zawartość kwasu linolenowego w próbkach. Kwas oleinowy jest jednym z podstawowych kwasów tłuszczowych występujących w ziarnie owsa i uważa się, że jednocześnie jedynym dodatnio skorelowanym z całkowitą zawartością tłuszczu [13].

Tabela 4

Zawartość jedno i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w ziarnie owsa w zależności od genotypu, lokalizacji doświadczenia i sezonu wegetacyjnego

Content of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids in oat grain depending on genotype, location of experiment, and vegetation season.

Czynnik Factor	Kwasy tłuszczowe / Fatty acids				
	Palmitoleinowy Palmitoleic	Oleinowy Oleic	Ikozenowy Eikozenoic	Linolowy Linoleic	α -Linolenowy α -Linolenic
Rok / Year					
2008	0,19	40,96	0,96	37,38	1,38
2009	0,19	37,30	0,63	40,60	1,17
NIR / LSD	r.n./n.s.	0,61	0,03	0,19	0,05
Miejscowość / Locality					
Lubliniec	0,18	39,65	0,79	38,55	1,22
Dukla	0,20	38,44	0,78	39,54	1,32
Przeclaw	0,19	39,30	0,81	38,88	1,29
NIR / LSD	r.n./n.s.	0,91	r.n./n.s.	0,90	0,08
Genotyp / Genotype					
STH 7105	0,21	38,00	0,92	38,54	1,36
Krezus	0,24	37,05	0,81	40,71	1,39
Polar	0,14	39,94	0,73	38,70	1,36
STH7505	0,17	41,54	0,71	38,00	1,00
NIR / LSD	0,03	1,17	0,06	1,16	0,10

Uzyskane w badaniach własnych wyniki potwierdzają prawie identyczny udział kwasów oleinowego i linolowego w całkowitej zawartości tłuszczu i ich ujemną korelację (tab. 4). W roku 2008 ziarno owsa zawierało więcej kwasu oleinowego (40,9 %)

i mniej linolowego (37,3 %), a w roku następnym było przeciwnie, udział kwasu linolowego był większy (40,6 %), a oleinowego mniejszy (37,3 %). Z grupy 1-nienasyconych kwasów tłuszczowych najmniej kwasu oleinowego oznaczono w ziarnie owsa pochodzącego z doświadczeń z Dukli (38,4 %), w którym z kolei stwierdzono największą zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (40,8 %).

Największe zróżnicowanie składu kwasów tłuszczowych w tłuszczu ziarna owsa stwierdzono pomiędzy oplewionymi i nagoziarnistymi formami (tab. 4). Formy oplewione zawierały mniej jednonienasyconych (średnio 38,6 %, wobec 41,6 % w nagoziarnistych) i więcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (średnio 41,0 %, wobec 39,5 % w nagoziarnistych). Z porównywanych genotypów największy udział kwasu oleinowego i najmniejszy kwasu linolowego oraz kwasu linolenowego stwierdzono w tłuszczu nagoziarnistego rodu STH7505, a najmniejszą zawartość kwasu oleinowego i największą kwasu linolowego oraz kwasu linolenowego w tłuszczu oplewionej odmiany Krezus (tab. 4).

Wnioski

1. Zróżnicowane warunki glebowe i atmosferyczne wpływają istotnie na plon tłuszczu owsa z jednostki powierzchni. Istotny wpływ na plon tłuszczu ma rozkład opadów w okresie wegetacyjnym.
2. Badane odmiany i rody owsa siewnego istotnie różnią się pod względem zawartości i plonu tłuszczu. Największą zawartość lipidów stwierdzono w ziarnie nagoziarnistego rodu STH7505, a najmniejszą w ziarnie oplewionej odmiany Krezus. Największą wydajność tłuszczu z jednostki powierzchni uzyskano w przypadku nagoziarnistego rodu STH7505, a najmniejszą z nagoziarnistej odmiany Polar.
3. Badane odmiany i rody różnią się istotnie pod względem zawartości nasyconych, jednonienasyconych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Mniej jednonienasyconych i więcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych występuje w tłuszczu ziarna owsa odmian oplewionych niż odmian nagoziarnistych.
4. Przeprowadzone badania wskazują na identyczny udział kwasów oleinowego i linolowego w całkowitej zawartości tłuszczu w ziarnie owsa i ich ujemną korelację.

Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2007-2010 jako projekt badawczy N310 3204 33

Literatura

- [1] AOAC. Official Methods of analysis 18thed. Association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg 2006.

- [2] Ciołek A., Makarska E., Makarski B.: Zawartość wybranych składników żywieniowych w ziarnie owsa czarnego i żółtoziarnistego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **3 (58)**, 80-88.
- [3] Frey K.J., Hammond E.G.: Genetics, characteristics, and utilization of oilin caryopses of oat species. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1975, **53**, 358-362.
- [4] Kawka A.: Lipidy ziarna owsa – zawartość, rozmieszczenie i skład frakcyjny. *Post. Nauk Rol.*, 1996, **43/48**, 1/259, 65-73.
- [5] Maciejewicz-Ryś J., Sokół K.: Wartość pokarmowa ziarna owsa oplewionego (*Avena sativa* L.) i nagoziarnistego (*Avena sativa* var. Nuda). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1 (18) Supl.**, 273-278.
- [6] Pisulewska E., Witkowicz R., Borowiec F.: Wpływ sposobu uprawy na plon oraz zawartość i skład kwasów tłuszczowych ziarna owsa nagoziarnistego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1 (18) Supl.**, 240-245.
- [7] Piątkowska E., Witkowicz R., Pisulewska E.: Podstawowy skład chemiczny wybranych odmian owsa siewnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **3 (70)**, 88-99.
- [8] Sahasrabudhe M.R.: Lipid composition of oats. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1979, **56**, 80-84.
- [9] Sadiq Butt M., Tahir-Nadeem., Khan M.K.I., Shabir R.: Oat: unique among the cereals. 2008, **47**, 68-79.
- [10] Schipper H., Frey K., Hammond E.: Changes in fatty acid composition associated with recurrent selection for groat – oil content in oat. *Euphytica.*, 1991, **56**, 81-88.
- [11] StatSoft: Statistica dla Windows (Tom I): Ogólne konwencje i statystyki I. 1997.
- [12] Tamm I.: Influence of genotype and meteorological conditions on grain yield and quality of oat in Estonia. *Proc. 7th Int. Oat Conf.*, 2004, 45-50.
- [13] Thro A.M., Frey K.J., Hammond E.G.: Inheritance of fatty acid composition in oat (*Avena sativa* L.). *Qual Plant Foods Hum Nutr* 1983, **32**, 29-36.
- [14] Valentine J., Cowan S.: Environmental benefits and impact assessment of oats in the UK. *Agrifood Res. Rep.* 2004, **51**, 217.
- [15] Zhou M.X., Glennie-Holmes M.G., Robards K., Helliwell S. Fatty acid composition of lipids of Australian oats. *J. Cereal Sci.*, 1998, **28**, 311-319.
- [16] Zhou M., Robards K., Glennie-Holmes M.G., Helliwell S. Oat Lipids. *JAOCS*, 1999, **76**, **2**, 159-169.

EFFECT OF HABITAT CONDITIONS ON CONTENT AND QUALITY OF LIPIDS IN SELECTED OAT FORMS

S u m m a r y

In the research conducted in the years 2008 - 2009, the effect was assessed of the habitat conditions on the content and fat yield, as well as the on the composition of fatty acids in the grain of two naked oat (cv. Krezus, cv. Ród 7105), and two husked oat (cv. Polar and cv. Ród 7505) genotypes. The field experiments were located in the Podkarpackie Province (Dukla, Lubliniec Nowy, and Przecław), at the stations with varying soil and weather conditions. The varying habitat conditions had not any significant effect on the content of fat in oat grain (4.71 - 4.89.) during the analysed vegetation seasons. Between the genotypes analyzed, there were found significant differences in the fat content in the grain. The naked oat cultivars (Polar cv. - 5.20 % and Ród STH cv.: 7505 - 6.32 %) contained more fat (32 % more) than the husked cultivars (Krezus cv. - 3.88 % and Ród STH7 cv.: 105 - 3.90 %). The oat fat yield from one area unit depended on the weather conditions, location of the experiment, and genotype. Between the genotypes compared, the most significant difference was found in the content of fatty acids. The short-straw naked

oat Ród STH7505 cv. contained the highest amount of oleic acid (41.50 %) and the lowest amount of linoleic acid (38.00 %) and linolenic acid (0.99 %). The husked Krezus cv. had the lowest amount of oleic acid (37.05 %) and the highest contents of linoleic acid (40.71 %) and linolenic acid (1.39 %).

Key words: oat grain, fat content, fat yield, fatty acids composition ✕

ALICJA Z. KUCHARSKA, ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, NARCYZ PIÓRECKI

**MORFOLOGICZNA, FIZYKOCHEMICZNA
I PRZECIWIUTLENIAJĄCA CHARAKTERYSTYKA OWOCÓW
POLSKICH ODMIAN DERENIA WŁAŚCIWEGO (*CORNUS MAS L.*)**

Streszczenie

Celem pracy była ocena parametrów morfologicznych, chemicznych oraz aktywności przeciwutleniającej (DPPH, FRAP, ABTS), a także pogrupowanie według terminu zbioru i kształtu owoców dziesięciu polskich odmian derenia właściwego: Bolestraszycki, Dublany, Florianka, Juliusz, Kresowiak, Paczoski, Podolski, Raciborski, Słowianin, Szafer, pochodzących z Arboretum i Zakładu Fizjografii w Bolestraszykach. Wykazano istotne różnice między badanymi odmianami. Wyróżniono cztery terminy dojrzałości zbiorczej owoców: druga połowa sierpnia (Dublany, Juliusz – odmiany wczesne), przełom sierpnia i września (Raciborski, Szafer – odmiany średnio-wczesne), wrzesień (Bolestraszycki, Kresowiak, Paczoski, Słowianin) oraz przełom września i października (Florianka, Podolski – odmiany późne). Wśród badanych odmian przeważały owoce gruszkowe (Bolestraszycki, Dublany, Kresowiak, Paczoski, Szafer). Owoce odmiany Juliusz były kuliste, odmiany Florianka i Podolski – owalne, a odmiany Słowianin – butelkowogruszkowe. Największymi owocami (średnio 3,47 g), a zarazem najmniejszym udziałem pestki w owocu (średnio 10,14 %) charakteryzowała się odmiana Podolski. Poziom ekstraktu wahał się, w zależności od odmiany, od 13,8 % (Juliusz) do 19,9 % (Szafer). Stężenie cukrów ogółem w owocach wynosiło od 10,1 do 16,4 %, pektyn od 1,1 do 1,9 %, a kwasowość od 1,7 do 3,2 %. Największą zawartość witaminy C i polifenoli ogółem oznaczono w owocach odmiany Szafer, odpowiednio 75,1 mg/100 g i 464 mg/100 g. Najjaśniejsze były owoce odmiany Juliusz i zawierały niecałe 30 mg antocyjanów w 100 g, natomiast najciemniejsze były owoce odmiany Bolestraszycki (112 mg/100 g) i Szafer (160 mg/100 g). Odmiana Szafer wykazywała najwyższą aktywność przeciwutleniającą, która w zależności od zastosowanej metody wynosiła 19,0 μM Troloxu/g (DPPH), 39,0 μM Troloxu/g (ABTS) 41,1 μM Troloxu/g (FRAP).

Słowa kluczowe: dereń właściwy (*Cornus mas L.*), odmiany, morfologia owoców, skład chemiczny, aktywność przeciwutleniająca

Wprowadzenie

Dereń właściwy (*Cornus mas* L.) należy do rodziny dereniowatych (*Cornaceae*). Występuje przeważnie w postaci dużego krzewu dorastającego do wysokości 9 m, a także, chociaż rzadziej, w postaci drzewa. W Polsce do II wojny światowej był to dobrze znany krzew sadzony przy dworach, użytkowany w postaci owoców, jak również liści i drewna. W ostatnich latach wielu autorów zaczęło zwracać uwagę na ten surowiec, opisując jego walory nie tylko smakowe i jakościowe, ale także prozdrowotne [8, 29, 30, 31]. Wskazuje się liczne kierunki wykorzystania owoców derenia, bazując na starych XIX-wiecznych recepturach [13, 28] oraz na nowych badaniach naukowych [9, 15].

Producenci są zainteresowani nowymi i atrakcyjnymi surowcami, aby przekonać konsumentów do swoich produktów. Doceniają także owoce derenia, chociaż w Polsce nie ma wielu sadów dereniowych. Z przedwojennych nasadzeń zachowały się fragmenty sadów w Nowym Żmigrodzie, Tarnobrzegu (dzielnica Dzików), Bolestraszycach oraz w Przemyślu-Bakończycach. Nowe sady-plantacje derenia (Syców – woj. dolnośląskie, Bolestraszyce i Cisowa – woj. podkarpackie, Zaliszcze – woj. lubelskie) zostały założone w latach 2006 - 2009 i krzewy już owocują. Na rynku pojawiają się także pierwsze produkty dereniowe, np. rodzime nalewki dereniowe, konfitury z owoców derenia właściwego, czy sprowadzane z Gruzji soki, konfitury i dżemy.

Wśród owoców derenia występuje duże zróżnicowanie, m.in. we właściwościach fizykochemicznych, a także w terminach dojrzewania i zbioru, dlatego prowadzi się badania nad kolekcjonowaniem i selekcją odmian, m.in. na Ukrainie, w Turcji, Słowenii, Słowacji, a także w Polsce. Pierwsze kolekcje derenia właściwego, zawierające najcenniejsze ekotypy zebrane w południowo-wschodniej Polsce, założył Jerzy Pióreczek w Arboretum w Bolestraszykach koło Przemyśla, w pierwszej połowie lat 80. XX w. [20]. Z tych kolekcji do tej pory wyselekcjonowano dwanaście odmian derenia właściwego.

Celem niniejszej pracy było porównanie i ocena parametrów fizycznych, podstawowego składu chemicznego i właściwości przeciwutleniających owoców dziesięciu odmian derenia, a także pogrupowanie ich według terminu zbioru i kształtu.

Material i metody badań

Do badań wykorzystano owoce derenia dziesięciu odmian: Bolestraszycki, Dubliny, Florianka, Kresowiak, Paczoski, Podolski, Raciborski, Juliusz, Słowianin, Szfer. Wszystkie odmiany pochodziły z kolekcji Arboretum i Zakładu Fizjografii w Bolestraszykach. Owoce w ilości około 1 kg pobierano w zależności od odmiany dwukrotnie, a nawet pięciokrotnie w okresie zbioru. Do oznaczeń wybierano owoce w pełni dojrzałe, zdrowe i bez uszkodzeń. Parametry morfologiczne owoców i pestek, jak dłu-

gość i szerokość mierzono suwmiarką cyfrową. Wyliczano stosunek długości do szerokości owoców. Dokonywano także pomiarów masy owoców oraz pestek i obliczano procentowy udział pestki w owocu. W owocach oznaczano, zgodnie z PN, zawartość: ekstraktu [23], cukrów ogółem i redukujących [25], pektyn [19], witaminy C [26] oraz pH i kwasowość ogólną [24]. Zawartość polifenoli ogółem oznaczano metodą Folina-Ciocalteu'a [7] w przeliczeniu na kwas galusowy, natomiast zawartość antocyjanów – metodą według Giusti i Wrolstad [11] w przeliczeniu na cyjanidyno-3-glukozyd. Określano ponadto pojemność przeciwutleniającą owoców derenia (TEAC) metodą spektrofotometryczną z użyciem rodników DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) [32], kationorodnika ABTS^{•+} (2,2'-azobis(3-etylobenzotiazolino-6-sulfonian)) [27] oraz siłę redukującą FRAP (ang. Ferric-Reducing Antioxidant Power) [1].

Wyniki opracowano statystycznie testem Duncana ($P \leq 0,05$) przy użyciu programu Statistica 8.1.

Wyniki i dyskusja

Termin zbioru i kształty owoców derenia

Okres dojrzewania i zbioru owoców derenia uzależniony jest od warunków pogodowych (temperatury, opadów), jak również od odmiany [21]. Na podstawie badań prowadzonych w Arboretum w Bolestraszczykach od 2002 do 2009 r. pogrupowano odmiany derenia według terminu zbioru i wyróżniono cztery terminy dojrzałości zbiorczej (tab.1). Wśród badanych odmian owoce zbierano już w drugiej połowie sierpnia (Dublany, Juliusz – odmiany wczesne), na przełomie sierpnia i września (Raciborski, Szafer – odmiany średniowczesne), we wrześniu (Bolestraszycki, Kresowiak, Paczoski, Słowianin – odmiany średnie) oraz na przełomie września i października (Florianka, Podolski – odmiany późne) (tab. 1). Większość owoców derenia odmian bolestraszczyckich dojrzewa i jest zbierana we wrześniu i ten termin uznano za typowy dla tego gatunku uprawianego w południowo-wschodniej Polsce. Średni okres zbioru owoców wymienionych odmian wynosił od 20 do 30 dni. Jednak okres ten może być wydłużony w czasie nawet do 52 dni (odmiana Szafer w 2009 r.), a także przesunięty w czasie, np. owoce odmiany Podolski w 2009 r. były zbierane jeszcze na początku listopada. Jest to uzależnione głównie od roku zbioru.

Typowe kształty owoców derenia właściwego to: owalny, kulisty, gruszkowy i butelkowy. Wśród odmian bolestraszczyckich przeważały owoce gruszkowe (Bolestraszycki, Dublany, Kresowiak, Paczoski, Szafer). Owoce odmiany Juliusz były kuliste, odmiany Florianka i Podolski – owalne, a odmiany Słowianin – butelkowo-gruszkowe. Wśród większości odmian obserwowano dużą powtarzalność kształtów.

Owoce derenia mogą być mniej lub bardziej wydłużone, na co wskazuje stosunek długości do szerokości owoców. Im większy ten parametr, tym owoc jest bardziej wy-

dłużony. Stosunek długości do szerokości owoców badanych odmian wynosił od 1,10 (Juliusz) do 1,84 (Słowianin) (tab. 1). Zbliżone wyniki, w zakresie 1,2 - 1,7, podają inni autorzy [5, 12, 22].

Tabela 1

Terminy zbioru (średnia z lat 2004-2009), kształt i stosunek długości do szerokości owoców derenia właściwego.

Harvest time period (mean value from the years 2004-2009), shape, and length/width ratio of Cornelian cherry fruits.

Odmiana Variety	Termin zbioru Harvest time period (2004 - 2009)	Kształt owoców Fruit shape	Stosunek długości do szerokości owocu Fruit length/width ratio [%]		
			\bar{X}	max.	min.
Bolestraszycki**	01.09. - 20.09.	Gruszkowy	1,61c	1,96	1,43
Dublany***	15.08. - 10.09.	Gruszkowy-wydłużony	1,64c	2,01	1,43
Florianka**	10.09. - 10.10.	Owalny	1,23f	1,31	1,10
Juliusz***	15.08. - 10.09.	Kulisto-owalny	1,10g	1,25	0,99
Kresowiak***	04.09. - 25.09.	Gruszkowy	1,52d	1,89	1,32
Paczoski***	01.09. - 25.09.	Gruszkowy-wydłużony	1,82a	2,12	1,61
Podolski*	15.09. - 15.10.	Owalny	1,26f	1,34	1,16
Raciborski	25.08. - 20.09.	Owalny-wydłużony nieregularny	1,41e	1,61	1,19
Słowianin*	30.08. - 30.09.	Butelkowo-gruszkowy	1,84a	2,05	1,71
Szafer*	28.08. - 25.09.	Gruszkowy	1,72b	1,89	1,44

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* - odmiany zarejestrowane w 2008r., ** - odmiany zarejestrowane w 2010r., *** - odmiany zgłoszone do rejestracji;

* - varieties registered in 2008, ** - varieties registered in 2010, *** - varieties reported for registration;

Litery a, b, c... w kolumnie oznaczają różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$);

Different letters a, b, c... in the same column indicate statistically significant differences ($p < 0.05$).

Parametry fizyczne owoców derenia

Parametry fizyczne wybranych odmian derenia przedstawiono w tab. 2. Największymi owocami, między którymi nie było istotnych różnic, charakteryzowały się odmiany Podolski, Florianka, Szafer, Dublany i Bolestraszycki – ich średnia masa mieściła się w zakresie 3,46 g – 3,25 g, natomiast najmniejszymi – odmiany Juliusz i Raciborski; ich masa wynosiła odpowiednio 2,65 g i 2,71 g. Maksymalne masy owoców wynosiły 4,41 g (Szafer) i 4,83 g (Podolski). Według różnych autorów [2, 10] masa pojedynczego owocu dereni rosnących w warunkach klimatycznych Polski wynosi od 1,20 g do 3,78 g. Bryndza i wsp. [4], badając derenie rosnące na terenie Słowacji, od-

notowali wyniki na poziomie 0,5 – 3,4 g. Dużo większe są owoce odmian ukraińskich, tureckich, serbskich i gruzińskich [3, 14, 17, 33]. Klimento [14] podaje masy owoców w zakresie od 5 do 8 g natomiast autorzy tureccy [33] – od 2 do 9 g. Innym bardzo ważnym parametrem fizycznym przy ocenie owoców derenia jest udział pestki w owocu. Szczególnie jest to istotne dla przemysłu, który jest zainteresowany jak największym udziałem miąższu w owocu i jak najmniejszą masą odpadową podczas produkcji. Z drugiej strony, pestki mogą stanowić także surowiec wtórny, np. do pozyskania oleju bogatego w nienasycone kwasy tłuszczowe [4, 16], którego zawartość jest 3 - 4 razy mniejsza niż w nasionach owoców jagodowych. Jak wynika z danych przedstawionych

Tabela 2

Parametry fizyczne owoców derenia właściwego.
Physical parameters of Cornelian cherry fruits.

Odmiana Variety	Data zbioru Harvesting date	Masa owoców [g] Fruit weight [g]			Masa pestek [g] Stone weight [g]			Udział pestki w owocu [%] Portion of stone in the fruit [%]		
		$\bar{X} \pm SD$	Max	Min	$\bar{X} \pm SD$	Max	Min	\bar{X}	Max	Min
Bolestraszycki	30.09.09.	3,26 ± 0,32ab	3,74	2,69	0,51 ± 0,06a	0,60	0,39	15,67a	19,84	11,72
Dublany	18.09.09.	3,31 ± 0,37a	3,92	2,66	0,43 ± 0,08c	0,58	0,30	13,11cd	20,22	9,30
Florianka	10.10.09.	3,42 ± 0,38a	3,99	2,71	0,45 ± 0,04bc	0,49	0,35	13,17cd	16,42	9,18
Juliusz	28.08.09.	2,71 ± 0,35d	3,24	1,85	0,33 ± 0,04e	0,40	0,25	12,29d	13,84	10,55
Kresowiak	30.09.09.	3,01 ± 0,33bc	3,49	2,12	0,47 ± 0,05b	0,55	0,37	15,87a	25,79	11,89
Paczoski	24.09.09.	2,92 ± 0,40cd	3,66	2,14	0,44 ± 0,05bc	0,52	0,35	15,26ab	21,44	10,59
Podolski	24.09.09.	3,47 ± 0,58a	4,83	2,50	0,35 ± 0,04e	0,47	0,27	10,14e	11,63	8,61
Raciborski	02.09.09.	2,65 ± 0,56d	3,61	1,42	0,36 ± 0,06de	0,45	0,27	14,01bc	22,48	8,79
Słowianin	24.09.09.	2,85 ± 0,34cd	3,50	2,18	0,39 ± 0,04d	0,48	0,30	13,84bcd	17,10	9,92
Szafer	30.09.09.	3,34 ± 0,65a	4,41	2,44	0,45 ± 0,06bc	0,54	0,35	13,90bcd	22,01	8,17

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{X} – wartość średnia / mean value, SD – odchylenie standardowe / SD – standard deviation,

a, b, c...- różne litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne między wartościami średnimi ($p < 0,05$) / Different letters a, b, c...in the same column indicate statistically significant differences ($p < 0.05$).

w tab. 2., udział pestki w owocu w badanych odmianach derenia wynosił od 10,1 % (Podolski) do 15,9 % (Kresowiak). Dużo szerszy zakres wartości tego parametru (13,7 - 24,0 %) otrzymali Gąstoł i Skrzyński [10], badając inne ekotypy derenia. Odmiany ukraińskie miały mniejszy udział pestki w owocu, od 7,5 do 11,0 % [14].

Skład chemiczny owoców derenia

Istotnymi cechami określającymi przydatność konsumpcyjną i przetwórczą danej odmiany, oprócz parametrów fizycznych, takich jak wielkość części jadalnej, są właściwości chemiczne. Podstawowy skład chemiczny owoców derenia badanych odmian przedstawiono w tab. 3.

Tabela 3

Podstawowy skład chemiczny owoców derenia właściwego.
Basic chemical composition of Cornelian cherry fruits.

Odmiana Variety	Data zbioru Harvesting date	Ekstrakt Extract [%]	Cukry ogółem Total sugar [%]	Cukry redukujące Reducing sugar [%]	Sacharoza Saccharose [%]	Pektyna Pectin [%]	pH	Kwasowość ogólna Total acidity [%]
Bolestraszycki	30.09.09.	16,65 ± 0,07d	14,05 ± 0,08b	12,88 ± 0,08b	1,11 ± 0,00b	1,33 ± 0,13cd	2,98 ± 0,01d	2,41 ± 0,01e
Dublany	18.09.09.	15,80 ± 0,00f	12,90 ± 0,29c	11,22 ± 0,19e	1,60 ± 0,09a	1,52 ± 0,16bc	3,16 ± 0,01b	1,70 ± 0,01j
Florianka	10.10.09.	15,25 ± 0,07g	10,94 ± 0,18e	9,93 ± 0,14f	0,96 ± 0,04bc	1,34 ± 0,11cd	2,95 ± 0,00e	2,69 ± 0,01d
Juliusz	28.08.09.	13,80 ± 0,14i	10,12 ± 0,16f	9,53 ± 0,13f	0,54 ± 0,01d	1,23 ± 0,04d	4,12 ± 0,01a	2,84 ± 0,01c
Kresowiak	30.09.09.	16,25 ± 0,07e	13,26 ± 0,25c	11,99 ± 0,11d	1,20 ± 0,13b	1,38 ± 0,09bcd	2,94 ± 0,03e	2,16 ± 0,00h
Paczoski	24.09.09.	14,80 ± 0,00h	12,00 ± 0,30d	10,90 ± 0,29e	1,05 ± 0,00b	1,23 ± 0,01d	2,94 ± 0,01e	2,11 ± 0,00i
Podolski	24.09.09.	14,60 ± 0,00c	10,23 ± 0,16f	9,08 ± 0,02g	1,10 ± 0,12b	1,13 ± 0,08d	2,95 ± 0,01e	3,17 ± 0,01b
Raciborski	02.09.09.	18,35 ± 0,07b	13,13 ± 0,00c	12,42 ± 0,11c	0,68 ± 0,10cd	1,60 ± 0,18b	2,98 ± 0,00d	3,21 ± 0,01a
Słowianin	24.09.09.	17,55 ± 0,07c	13,97 ± 0,06b	12,88 ± 0,16b	1,04 ± 0,21b	1,86 ± 0,13a	3,17 ± 0,00b	2,29 ± 0,00g
Szafer	30.09.09.	19,85 ± 0,07a	16,39 ± 0,01a	14,70 ± 0,35a	1,60 ± 0,33a	1,27 ± 0,07cd	3,13 ± 0,01c	2,33 ± 0,00f

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

Zawartość ekstraktu jest jednym z podstawowych parametrów chemicznych, na podstawie którego ocenia się przydatność surowca do przetwórstwa. Dereń w porów-

naniu z innymi owocami charakteryzuje się wysokim ekstraktem. Wielu autorów badających różne odmiany derenia podaje szerokie zakresy ekstraktu, który może osiągać wartości od 11,5 % [22] do 24,1 % [5]. Podobnie badane przez autorów niniejszej pracy odmiany derenia różniły się istotnie pod tym względem – od 13,8 % (Juliusz) do 19,9 % (Szafer) (tab. 3). Większą część ekstraktu, tj. 3/4 stanowiły cukry ogółem, których zawartość wynosiła od 10,1 % (Juliusz) do ponad 16,4 % (Szafer). Zbliżone wyniki podają Tural i wsp. [31], którzy w odmianach tureckich oznaczyli stężenie cukrów od 7,7 do 15,4 %. Z kolei odmiany ukraińskie [14] zawierały od 7 do 10 %, a nawet ponad 12 % tych związków.

Cukry redukujące stanowiły główną część (ok. 90 %) cukrów zawartych w owocach derenia. Najwięcej cukrów redukujących zawierały owoce odmiany Szafer (14,7 %), a następnie Słowianin (12,9 %), Bolestraszycki (12,9 %) i Raciborski (12,4 %) natomiast najmniej odmiany, kolejno Podolski (9,1 %), Juliusz (9,5 %) i Florianka (9,9 %). Nieco niższe wyniki uzyskali Tural i Koca [31] oraz Guleryuz i wsp. [12]. Wymienieni autorzy w owocach odmian tureckich oznaczyli cukry redukujące w granicach 2,0 - 12,0 %. Zawartość sacharozy w badanych owocach była niewielka i wynosiła ok. 1 %, co jest porównywalne z wynikami podawanymi w literaturze [2, 31].

Zawartość składników cukrowych nie jest jedynym wskaźnikiem smaku oraz przydatności surowca do przetwórstwa. Bardzo istotna jest również kwasowość owoców, a także właściwa proporcja cukrów do kwasów. Według danych literaturowych dereń właściwy należy do owoców zasobnych w kwasy organiczne [4, 12, 22]. Ich poziom zależy nie tylko od stopnia dojrzałości i warunków klimatycznych, ale także od cech odmianowych. Jak wynika z danych przedstawionych w tab. 3., kwasowość ogólna polskich odmian wynosiła od 1,7 % (Dublany) do 3,2 % (Raciborski) i były to wyniki zbliżone bardziej do wyników otrzymanych przez Klimenko [14], badającej odmiany ukraińskie (1,3 - 1,9 %) i Maghradze i wsp. [17] badających odmiany gruzińskie (1,7 - 2,3 %) niż do wyników otrzymanych przez Bryndza i wsp. [4] badających odmiany słowackie (4,6 - 7,4 %).

Stosunek ekstraktu do kwasowości wpływa na smak owoców, dlatego może być dobrym jego wskaźnikiem. Im wyższa jest jego wartość, tym owoce bardziej nadają się do bezpośredniej konsumpcji i traktowane są jako owoce deserowe. Według danych literaturowych [12, 22] owoce derenia, w zależności od odmiany, charakteryzują się szerokim zakresem wartości stosunku ekstraktu do kwasowości, tj. od 3,0 do 9,2. W owocach z Bolestraszyck wartość tego wskaźnika mieściła się w podobnym zakresie od 4,6 (Podolski) do 9,3 (Dublany).

Obecność pektyn w owocach jest istotna i w zależności od kierunku zagospodarowania może być pożądana lub niepożądana. Przykładowo, związki te w produkcji soków i napojów powodują mniejszą wydajność procesu i przeszkadzają w uzyskaniu odpowiedniej klarowności wymienionych produktów, natomiast w przypadku produk-

tów mętnych – stabilizują ich mętność, a w przypadku produktów zżelowanych, takich jak przeciery czy dzemy – nadają im właściwą strukturę. Do surowców bogatych w związki pektynowe zalicza się z owoców jagodowych: porzeczki, jeżyny, maliny, a z ziarnkowych jabłka [19]. Natomiast owoce pestkowe są raczej ubogie w te związki. Inaczej jest w przypadku owoców derenia. Badany surowiec charakteryzował się wysoką zawartością pektyn w granicach 1,13 - 1,86 % (tab. 3). Najwięcej ich było w odmianie Słowianin, która pod tym względem istotnie wyróżniała się od pozostałych owoców. Maghradze i wsp. [17] oznaczyli w gruzińskich owocach derenia od 0,98 % do 1,12 % pektyn, czyli nieznacznie mniej niż w badanym surowcu.

Tabela 4

Zawartość witaminy C, antocyjanów i polifenoli ogółem oraz aktywność przeciwutleniająca (DPPH, ABTS, FRAP) owoców derenia właściwego.

Contents of vitamin C, anthocyanins, and polyphenol, and antioxidant activity (DPPH, ABTS, FRAP) of Cornelian cherry fruits.

Odmiana Variety	Data zbioru Harvesting date	Witamina C Vitamin C [mg/100 g]	Antocyjany Anthocyanins [mg/100 g]	Polifenole Polyphenol [mg/100 g]	DPPH [μmol T/g]	ABTS [μmol T/g]	FRAP [μmol T/g]
Bolestraszycki	30.09.09.	42,73 ± 1,81d	112,64 ± 2,54b	360,17 ± 5,25c	18,45 ± 0,46c	33,19 ± 0,67c	28,24 ± 0,53e
Dublany	18.09.09.	34,29 ± 0,11e	50,60 ± 0,97f	361,42 ± 9,71c	20,72 ± 0,22a	35,24 ± 0,29b	31,37 ± 0,56c
Florianka	10.10.09.	61,18 ± 1,76b	80,14 ± 1,61c	310,56 ± 4,46e	14,50 ± 0,56e	26,06 ± 0,90d	23,56 ± 0,94f
Juliusz	28.08.09.	50,83 ± 1,40c	27,52 ± 1,03g	261,70 ± 5,30g	10,85 ± 0,26g	18,87 ± 0,32g	21,17 ± 1,97g
Kresowiak	30.09.09.	51,78 ± 0,33c	79,93 ± 1,54c	286,45 ± 1,11f	16,30 ± 0,54d	28,51 ± 0,24d	25,24 ± 0,46f
Paczoski	24.09.09.	40,74 ± 3,05d	69,94 ± 1,44d	285,75 ± 4,27f	14,69 ± 0,09e	27,55 ± 0,18d	29,14 ± 2,00de
Podolski	24.09.09.	42,11 ± 0,66d	70,63 ± 1,13d	286,82 ± 13,59f	13,69 ± 0,26f	24,88 ± 1,16f	27,64 ± 0,81e
Raciborski	02.09.09.	54,43 ± 2,63c	72,57 ± 1,02d	382,45 ± 4,22b	19,01 ± 0,75b	33,97 ± 0,37c	36,99 ± 1,72b
Słowianin	24.09.09.	35,74 ± 1,51e	62,16 ± 2,19e	343,42 ± 13,76d	16,13 ± 0,31d	28,12 ± 0,59d	30,74 ± 0,79cd
Szafer	30.09.09.	75,05 ± 1,32a	160,51 ± 5,94a	464,12 ± 12,85a	19,01 ± 0,56b	38,96 ± 1,03a	41,08 ± 1,71a

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

Owoce derenia są bogatym źródłem witaminy C, której zawartość wynosi przeciętnie od 50 do 100 mg/100 g [12, 18], ale także oznaczano prawie 200 mg/100 g [14]. W badanych odmianach odnotowano duże zróżnicowanie pod względem

zawartości witaminy C (tab. 4). Najwięcej jej było w owocach odmian Szafer (75,1 mg/100 g) i Florianka (61,2 mg/100 g). Najmniej zasobne w ten związek były owoce odmiany Dublany i Słowianin, w których zawartość była prawie dwa razy mniejsza niż w owocach najzasobniejszych w witaminę C (Szafer).

Barwa owoców derenia może być zróżnicowana: od różowej, poprzez czerwoną aż do prawie czarnej, co uzależnione jest od stężenia antocyjanów. Skórka może być ciemniejsza od miąższu albo o zbliżonym zabarwieniu. Istnieją także odmiany żółto-owocowe, jak np. Flava, Jantarny (Bursztynowy) czy Niżny (Delikatny), w których nie ma antocyjanów. Analizowane odmiany derenia pod względem czerwonej barwy i stężenia antocyjanów można zaklasyfikować do trzech grup zabarwienia: czerwone (do 50 mg antocyjanów/100 g), wiśniowe (50 - 100 mg/100 g) i ciemnoczerwone (powyżej 100 mg/100 g). Najjaśniejsze były owoce odmiany Juliusz i zawierały niecałe 30 mg/100 g antocyjanów, natomiast najciemniejsze owoce należały do odmian Boleszasycki (112 mg/100 g) i Szafer (160 mg/100 g) (tab. 4). Według źródeł literaturowych [18, 31] występują odmiany derenia właściwego o zawartości antocyjanów powyżej 200 mg/100 g. Przy tak wysokich stężeniach barwników barwa owoców może być prawie czarna. Wśród badanych odmian nie było owoców o takim zabarwieniu.

Owoce derenia zawierają znaczne ilości polifenoli. Tural [31] podaje, że w owocach tureckich odmian stężenie tych związków wynosi od 281 do 579 mg/100 g ś.m. W badanych polskich odmianach oznaczono zawartość polifenoli ogółem w granicach od 261 mg/100 g w odmianie Juliusz do 464 mg/100 g w odmianie Szafer (tab. 4). Wielu autorów [6, 18, 33] wykazało wysoką dodatnią korelację między zawartością polifenoli oznaczonych z odczynnikiem Folina-Ciocalteu'a a aktywnością przeciwutleniającą związków zawartych w owocach, także w owocach derenia. Jak wynika z danych przedstawionych w tab. 4, najwyższą aktywnością przeciwutleniającą, niezależnie od zastosowanej metody oznaczania, charakteryzowały się odmiany Szafer, Dublany i Raciborski, a najniższą – odmiana Juliusz. Siła redukcji rodników DPPH kształtowała się na poziomie 10,9 - 20,7 μM Troloxu/g, kationorodników ABTS na poziomie 18,9 - 39,0 μM Troloxu/g, natomiast siła redukująca (FRAP) na poziomie 21,2 - 41,1 μM Troloxu/g. Również inni autorzy badali aktywność owoców derenia. Gasik i Mitek [8] określili pojemność przeciwutleniającą równoważną 35 - 60 μM Troloxu/g natomiast Dragovic-Uzelac i wsp. [6], badając dwie odmiany derenia, oznaczyli aktywność wobec DPPH, ABTS i siłę redukującą FRAP na poziomie, odpowiednio 33,4 - 39,9 μM Troloxu/g, 29,5 - 36,5 μM Troloxu/g, 18,0 - 25,1 μM Troloxu/g.

Wnioski

1. Owoce polskich odmian derenia właściwego różniły się terminem zbioru, właściwościami morfologicznymi, składem chemicznym oraz aktywnością przeciwutle-

- nijającą, co ma duży wpływ na wartość konsumpcyjną i przetwórczą badanego gatunku.
2. Wyróżniono cztery terminy dojrzałości zbiorczej owoców: druga połowa sierpnia (Dublany, Juliusz – odmiany wczesne), przełom sierpnia i września (Raciborski, Szafer – odmiany średnio-wczesne), wrzesień (Bolestraszycki, Kresowiak, Paczowski, Słowianin – odmiany średnie) oraz przełom września i października (Florianka, Podolski – odmiany późne).
 3. Wśród badanego materiału były odmiany o owocach w kształcie gruszkowym (Bolestraszycki, Dublany, Kresowiak, Paczowski, Szafer), kulistym (Juliusz), owalnym (Florianka, Podolski) i butelkowo-gruszkowym (Słowianin). Największymi owocami (średnio 3,47 g), a zarazem najmniejszym udziałem pestki w owocu (średnio 10,14 %), charakteryzowała się odmiana Podolski.
 4. Na szczególną uwagę zasługuje odmiana Szafer, której owoce charakteryzowały się dużą zawartością witaminy C (75 mg/100 g), antocyjanów (160 mg/100 g) i polifenoli ogółem (464 mg/100 g), a także wysoką aktywnością przeciwutleniającą. Korzystny skład chemiczny owoców tej odmiany może sprzyjać ich wykorzystaniu jako cennego surowca w przetwórstwie.
 5. Bardzo dobre właściwości fizykochemiczne i przeciwutleniające odmiany Szafer wskazują, że jest to jedna z lepszych odmian w kolekcji bolestraszyckiej.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007-2010 jako projekt badawczy nr N N312 2864 33.

Literatura

- [1] Benzie I.F.F., Strain J.J.: The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": the FRAP assay. *Anal. Biochem.*, 1996, **239**, 70-76.
- [2] Bieniek A., Kawecki Z., Piotrowicz-Cieślak A.I.: Dereń właściwy (*Cornus mas* L.). *Biul. Nauk. UMW*, 2001, **13**, 243-246.
- [3] Bijelić S., Ninić-Todorović J., Gološin B., Cerović S., Ognjanov V.: Selekcije drijena (*Cornus mas* L.) Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Proc. 43rd Croatian and 3rd Int. Symp. on Agric. Opatija. Croatia: 2008, pp. 901- 904.
- [4] Brindza P., Brindza J., Tóth D., Klímenko O., Grigorieva O.: Slovakian cornelian cherry (*Cornus mas* L.): Potential for cultivation. *Acta Hort.* (ISHS), 2007, **760**, 433-437.
- [5] Demir F., Kalyoncu I. H.: Some nutritional, pomological and physical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.). *J. Food Eng.*, 2003, **60**, 335-341.
- [6] Dragović-Uzelac V., Levaj B., Bursać D., Pedisić S., Radojčić I., Biško A.: Total phenolics and antioxidant capacity assays of selected fruits. *Agric. Conspectus Scientificus*, 2007, **72**, **4**, 279-284.
- [7] Gao X., Ohlander M., Jeppsson N., Bjork L., Trajkovski V.: Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 1485-1490.
- [8] Gasik A., Mitek M.: Dereń właściwy – roślina zapomniana. *Przem. Spoż.* 2008, **9**, 47-50.


- [9] Gasik A., Mitek M., Kalisz S.: Wpływ procesu maceracji oraz warunków przechowywania na aktywność przeciwutleniającą i zawartość wybranych składników w soku z owoców derenia (*Cornus mas*). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **5 (60)**, 161-167.
- [10] Gąstoł M., Skrzyński J.: Selection of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) types in Southern Poland. In: Nowaczyk P., ed. Spontaneous and induced variation for the genetic improvement of horticultural crops. University Press, University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, 2007, pp. 117-121.
- [11] Giusti M.M., Wrolstad R.E.: Anthocyanins: Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. W: Wrolstad, R.E, editor. Current protocols in food analytical chemistry. John Wiley and Sons, New York 2001.
- [12] Guleryuz M., Bolat I., Pirlak L.: Selection of table cornelian cherry (*Cornus mas* L.) types in Coruh Valley. Turk. J. Agric. Forestry, 1998, **22**, 357-364.
- [13] Kawecki Z., Łojko R., Pilarek B.: Mało znane rośliny sadownicze. Wyd. UWM, Olsztyn 2007.
- [14] Klimenko S.: The cornelian cherry (*Cornus mas* L.): collection, preservation, and utilization of genetic resources. J. Fruit Ornament Plant Res. 2004, **12**, 93-98.
- [15] Kucharska A.Z., Polarczyk E., Sokół-Lętowska A.: Właściwości antyoksydacyjne produktów z owoców derenia jadalnego (*Cornus mas* L.). Konf. Nauk. Naturalne przeciwutleniacze od surowca do organizmu, Poznań 2007, 29-30 stycznia, ss. 34-35.
- [16] Kucharska A.Z., Szumny A., Sokół-Lętowska A., Zajac K.: Fatty acid compositions of seed oils of cornelian cherry (*Cornus mas* L.). Acta Bioch. Pol., 2009, **56**, Suppl. 2, 21-22.
- [17] Maghradze D., Abashidze E., Bobokashvili Z., Tchipashvili R., Maghlakelidze E.: Cornelian cherry in Georgia. Acta Hortic. (ISHS), 2009, **818**, 65-72.
- [18] Pantelidis G.E., Vasilakakis M., Manganaris G.A., Diamantidis G.R.: Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, red currants, gooseberries and cornelian cherries. Food Chem. 2007, **102**, 777-783.
- [19] Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A., Jarczyk A.: Technologia produktów owocowych i warzywnych, tom I. PWRiL, Warszawa 1973.
- [20] Piórecki N.: Dereń jadalny (*Cornus mas* L.) – właściwości i możliwości. Szkółkarstwo, 2007, **3**, 86-88.
- [21] Piórecki N., Kucharska A.Z., Lib D., Antoniewska E.: Wpływ temperatury i opadów na okres zbioru oraz na skład chemiczny owoców 10 ekotypów derenia jadalnego *Cornus mas* L. XXXIX Zjazd Polskich Ogrodów Botanicznych: Polskie Ogrody Botaniczne w dobie globalnych zmian klimatu. Lublin 23-25 maja, 2010, ss. 39-40.
- [22] Pirlak L., Guleryuz M., Bolat I.: Promising cornelian cherries (*Cornus mas* L.) from The Northeastern Anatolia Region of Turkey. J. Am. Pom. Soc., 2003, **57(1)**, 14-18.
- [23] PN-90/A-75101/02. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości ekstraktu ogólnego.
- [24] PN-90/A-75101/04 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej.
- [25] PN-90/A-75101/07 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego.
- [26] PN-A-04019:1998 Produkty spożywcze. Oznaczanie zawartości witaminy C.
- [27] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M.: Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. Free. Radic. Biol. Med. 1999, **26**, 1231-1237.
- [28] Sarwa A.: Szlachetne i dzikie drzewa, krzewy i pnącza owocowe. Uprawa i pielęgnacja. KiW, Warszawa 2000.
- [29] Seeram N.P., Schutzki R., Chandra A., Nair M.G.: Characterization, quantification, and bioactivities of anthocyanins in Cornus Species. J. Agric. Food Chem., 2002, **50 (9)**, 2519-2523.

- [30] Tarko T., Duda-Chodak A., Pogoń P.: Niedoceniane surowce owocowe. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2010, **5**, 16-17.
- [31] Tural S., Koca I.: Physico-chemical and antioxidant properties of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) grow in Turkey. Sci. Hortic., 2008, **116**, 362-366.
- [32] 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.
- [33] Yilmaz K.U., Ercisli S., Zengin Y., Sengul M., Kafkas E.Y.: Preliminary characterization of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes for their physico-chemical properties. Food Chem., 2009, **114**, 408-412.

MORPHOLOGICAL, PHYSICAL & CHEMICAL, AND ANTIOXIDANT PROFILES OF POLISH VARIETIES OF CORNELIAN CHERRY FRUIT (*CORNUS MAS* L.)

S u m m a r y

The first objective of the study was to evaluate the morphological and chemical properties, and antioxidant activity of ten Polish Cornelian cherry varieties: Bolestraszycki, Dublany, Florianka, Juliusz, Kresowiak, Paczowski, Podolski, Raciborski, Słowianin, and Szafer from the Arboretum and Institute of Physiography in Bolestraszyce. The other objective was to group those cherry varieties based on the harvest period thereof and on the shape of their fruit. Significant differences in fruit morphology and physico-chemical properties between the varieties studied were proved. Four fruit harvest time periods were set: the second half of August (as for the Dublany, Juliusz early varieties), the turn of August and September (as for the Raciborski, Szafer medium-early varieties), September (as for the Bolestraszycki, Kresowiak, Paczowski, and Słowianin varieties) and the turn of September and October (as for the Florianka, Podolski late varieties). Among the varieties analysed, pear-shaped fruits (Bolestraszycki, Dublany, Kresowiak, Paczowski, Szafer) predominated. The fruits of the Juliusz variety were spherical, of the Florianka and Podolski – oval, and of the Słowianin – bottle-pear shaped. The Podolski variety was characterized by the biggest fruits (on average: 3.47 g) and, also, by the smallest portion of stone in the fruit (on average: 10.14 %). The level of extract depended on the variety and ranged from 13.8 % (Juliusz) to 19.9 % (Szafer). The concentration of total sugars in the fruits was 10.1-16.4 %, pectin 1.1 - 1.9 %, and acidity: 1.7 - 3.2 %. The highest content of vitamin C and of total polyphenols were recorded in the fruits of the Szafer variety, respectively: 75.05 mg/100 g and 464 mg/100 g. Fruits of the Juliusz var. were the brightest and contained less than 30 mg/100 g anthocyanins, while the varieties Bolestraszycki and Szafer were the darkest and contained, respectively, 112 mg/100 g and 160 mg/100 g of anthocyanins. Fruits of Szafer var. showed the highest antioxidant activity, which, depending on the method used, was 19.0 µM Trolox/g (DPPH), 39.0 µM Trolox/g (ABTS) 41.1 µM Trolox/g (FRAP).

Key words: Cornelian cherry (*Cornus mas* L.), varieties, fruit morphology, chemical composition, antioxidant activity 

DOMINIKA PLUST, BARBARA CZERNIEJEWSKA-SURMA,
ZDZISŁAW DOMISZEWSKI, GRZEGORZ BIENKIEWICZ, ROBERT SUBDA,
TOMASZ WESOŁOWSKI

JAKOŚĆ WYBRANYCH HERBAT BIAŁYCH

Streszczenie

Celem pracy była ocena jakości mało popularnych na rynku polskim herbat białych z uwzględnieniem oceny jakości sensorycznej naparów tych herbat i pojemności przeciwutleniającej wobec kationorodników ABTS. Oznaczono zawartość wody, białka, związków mineralnych w postaci popiołu, tłuszczu, garbników, witaminy C oraz obecność zafałszowań.

Wykazano, że badane herbaty białe charakteryzują się wysoką jakością i pożądanymi właściwościami sensorycznymi, a także wysoką, ale zróżnicowaną pojemnością przeciwutleniającą w zakresie od 0,50 do 3,23 mM TE/g m.m. W badanych naparach herbacianych dominował delikatny jaśminowy zapach i smak. Nie stwierdzono występowania w naparach herbacianych wysokiego natężenia smaków niepożądanych, takich jak papierowy czy jałowy. Badane herbaty cechował zbliżony skład chemiczny, poza zawartością białka, tłuszczu i wody.

Słowa kluczowe: herbata biała, jakość, ocena sensoryczna, pojemność przeciwutleniająca

Wprowadzenie

Herbata jest drugim po wodzie, najczęściej spożywanym napojem na świecie. Jest uzyskiwana z liści, nierozwiniętych pączków i delikatnych łądźek krzewu *Camelia sinensis* L., poddawanych procesom technologicznym, w wyniku których otrzymuje się różne rodzaje herbat. Według jednego z podziałów herbaty dzieli się na fermentowane: czarne, czerwone i żółte oraz niefermentowane: zielone i białe [1, 4, 10].

Herbaty białe są cenione za delikatny smak oraz największą spośród herbat zawartość polifenoli i silne działanie antyoksydacyjne [1, 8, 10, 19, 20]. Herbaty te produkowane są z młodych pączków, przed rozwinięciem listków, dzięki czemu ich barwa jest niekiedy srebrzysta, gdyż listki i pączki pokryte są srebrnym meszkiem. Młode

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

pąki poddawane są jedynie procesowi wędnięcia i suszenia, co wpływa na zabarwienie naparu oraz smak i zapach. Po takiej obróbce herbaty białe zachowują swoje naturalne właściwości [9, 21].

Dostępność i konsumpcja herbat białych w Polsce jest ograniczona ze względu na ich wysoką cenę. Niemniej jednak znajduje nabywców, gdyż należy do herbat wykwintnych, cenionych przez smakoszy.

Celem pracy była ocena jakości chińskich herbat białych, ich cech chemicznych, atrakcyjności sensorycznej i właściwości przeciwutleniających wobec kationorodników ABTS.

Material i metody badań

Do badań użyto 8 gatunków herbat białych otrzymanych z firmy „Herbaty Szlachetne”: ‘Biała perła’, ‘Kocie oczko’, ‘Truskawka lichee’, ‘Cesarska igła’, ‘Snow dragon’, ‘White ring’, ‘Cesarska perła’, ‘Srebrna truskawka’. Wszystkie badane herbaty pochodziły z Chin.

W herbacie oznaczano zawartość: wody metodą suszarkową, susząc próby w temp. 103 °C przez 6 h [13]; tłuszczów metodą Soxhleta [2]; białka metodą Kjeldahla [2]; związków mineralnych w postaci popiołu poprzez spalanie próby przez 6 h w temp. 550 °C [13]. Oznaczano także zawartość garbników [11]. Metoda polega na ekstrakcji garbnika z herbaty wodą, a następnie dodaniu do otrzymanego ekstraktu octanu miedzi, kwasu octowego i jodku potasu, a następnie miareczkowaniu wydzielonego jodu tiosiarczanem sodu w obecności skrobi. W naparach herbat oznaczano pojemność przeciwutleniającą wobec kationorodników ABTS metodą TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) [16]. W tym celu 30 µl odpowiednio rozcieńczonej próbki mieszano z 3 ml odczynnika roboczego, zawierającego znaną ilość kationorodników ABTS, po 30 min mierzono jej absorbcję przy długości fali 734 nm. Wyniki przedstawiano jako aktywność przeciwutleniającą herbaty w mM TE (Trolox Equivalent)/g. Wszystkie oznaczenia wykonywano w trzech równoległych powtórzeniach. Przebadano po trzy próby każdego gatunku herbaty.

Oceniano zafałszowanie herbat [6, 11]. Badanie polegało na pobraniu rozdrobionych próbek herbat (średnio 0,5 g) do kolby stożkowej i dodaniu po 5 ml octanu miedzi, a następnie pozostawieniu ich na 15 min w temp. 20 - 22 °C. Po 15 min porównywano barwę próby z czystym roztworem octanu miedzi. Herbata bez domieszek liści ekstrahowanych na skutek zawartości garbników zmienia barwę octanu miedzi (II) z niebieskiej na zieloną lub zielono-niebieską. Druga metoda badania zafałszowania herbat polegała na lekkim namoczeniu suchej herbaty, a następnie pocieraniu o suchą bibułę i obserwowaniu zabarwienia bibuły. Zabarwienie bibuły lub wody wskazywało na obecność sztucznego barwnika w herbacie.

Ocenę sensoryczną naparu herbaty przeprowadził zespół złożony z 5 osób, metodą skali 5-punktowej [15]. Napar przygotowano w następujący sposób: 2 g herbaty zalewano 150 ml wody o temp. 85 °C i ekstrahowano przez 8 min. W przypadku herbat w kształcie kuli: 'Truskawka lichee' i 'Srebrna truskawka' zaparzano większą dawkę herbaty wynikającą z jej formy. Analizie poddawano suche liście, napar oraz liście po zaparzeniu. Wyróżnikami jakościowymi w przypadku suchych liści, jak i liści po zaparzeniu były: wygląd, barwa, zapach oraz smak, natomiast w przypadku naparu: wygląd, barwa, aromat oraz smak. Stosowano następującą skalę ocen: 1 pkt – odrzucający, 2 pkt – niepożądany, 3 pkt – dostateczny, 4 pkt – pożądaný, 5 pkt – bardzo pożądaný. Zastosowano również metodę profilowania smakowitości.

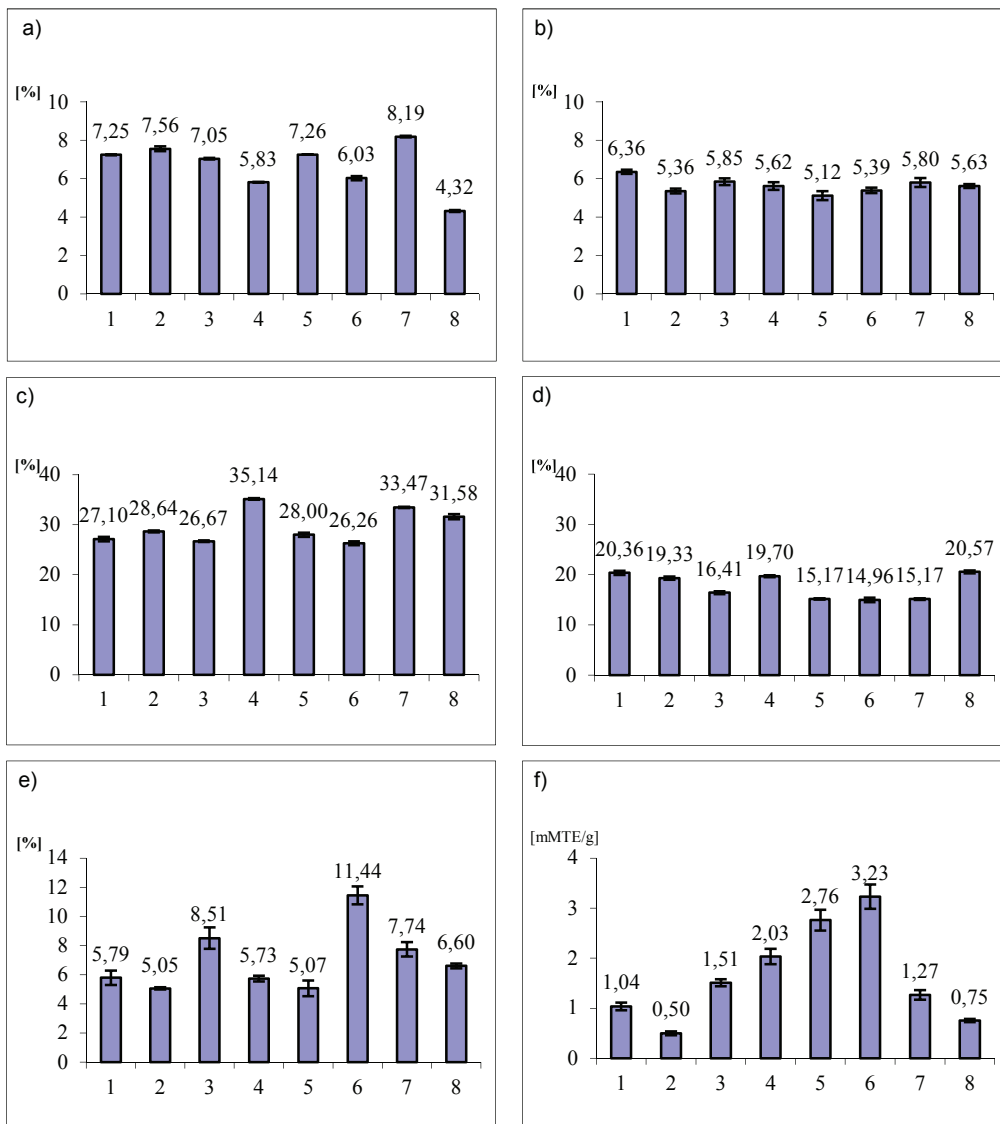
Wyniki i dyskusja

Przeprowadzone badania sensoryczne i fizykochemiczne wykazały, że herbaty białe charakteryzowały się wysoką jakością i atrakcyjnością sensoryczną.

Zawartość wody w herbatach białych różniła się istotnie i wyniosła od ponad 4 % w 'Srebrnej truskawce' do ponad 8 % w 'Cesarskiej perle' (rys. 1a). Wyniki zawartości wody w herbatach białych odpowiadały wymaganiom normy [13] i nie przekroczyły zalecanej zawartości 8 %, były również zgodne z danymi literaturowymi określającymi zawartość wody w herbatach na poziomie 4 - 18 % [9]. Stosunkowo duża zawartość suchej masy w białych herbatach świadczy o odpowiedniej jakości surowca, o dużej ilości cennych składników, nadających naparom specyficzne właściwości prozdrowotne i walory smakowo-zapachowe.

Zawartość związków mineralnych w postaci popiołu w herbatach białych była bardzo zbliżona i wynosiła średnio od 5 do ponad 6 % (rys. 1b). Wszystkie badane próby odpowiadały wymaganiom normy, która przewiduje nie mniej niż 4 % i nie więcej niż 8 % popiołu [14]. Według danych literaturowych [5, 9] zawartość popiołu w herbacie wynosi od 4,5 do 12 %.

Wykazano, że zawartość białka w przypadku większości herbat białych mieściła się w zakresie od 26,26 do 28,64 %, natomiast w przypadku herbat 'Cesarska igła', 'Cesarska perła' i 'Srebrna truskawka' przekroczyła 30 % (rys. 1c). Brak jest danych literaturowych na temat zawartości białka w herbatach białych, natomiast w herbatach czarnych zawartość związków białkowych i wolnych aminokwasów kształtuje się w zakresie od 14 do 35 % [3, 7]. Badane herbaty białe zawierały więc podobną, do herbat czarnych, ilość związków białkowych.



1. Biała perła / White pearl; 2. Kocie oczko / Cat's-eye; 3. Truskawka lichee / Strawberry lichee; 4. Cesarska igła / Imperial needle; 5. Snow dragon; 6. White ring; 7. Cesarska perła / Imperial pearl; 8. Srebrna truskawka / Silver strawberry

Rys. 1. Charakterystyka badanych herbat białych: a) zawartość wody, b) zawartość popiołu, c) zawartość białka, d) zawartość garbników, e) zawartość tłuszczu, f) pojemność przeciwutleniająca TEAC (mM TE/g).

Fig. 1. Profile of white teas analyzed: a) water content, b) ash content, c) protein content, d) tannins content, e) fat content, f) trolox equivalent antioxidant capacity TEAC (mM TE/g).

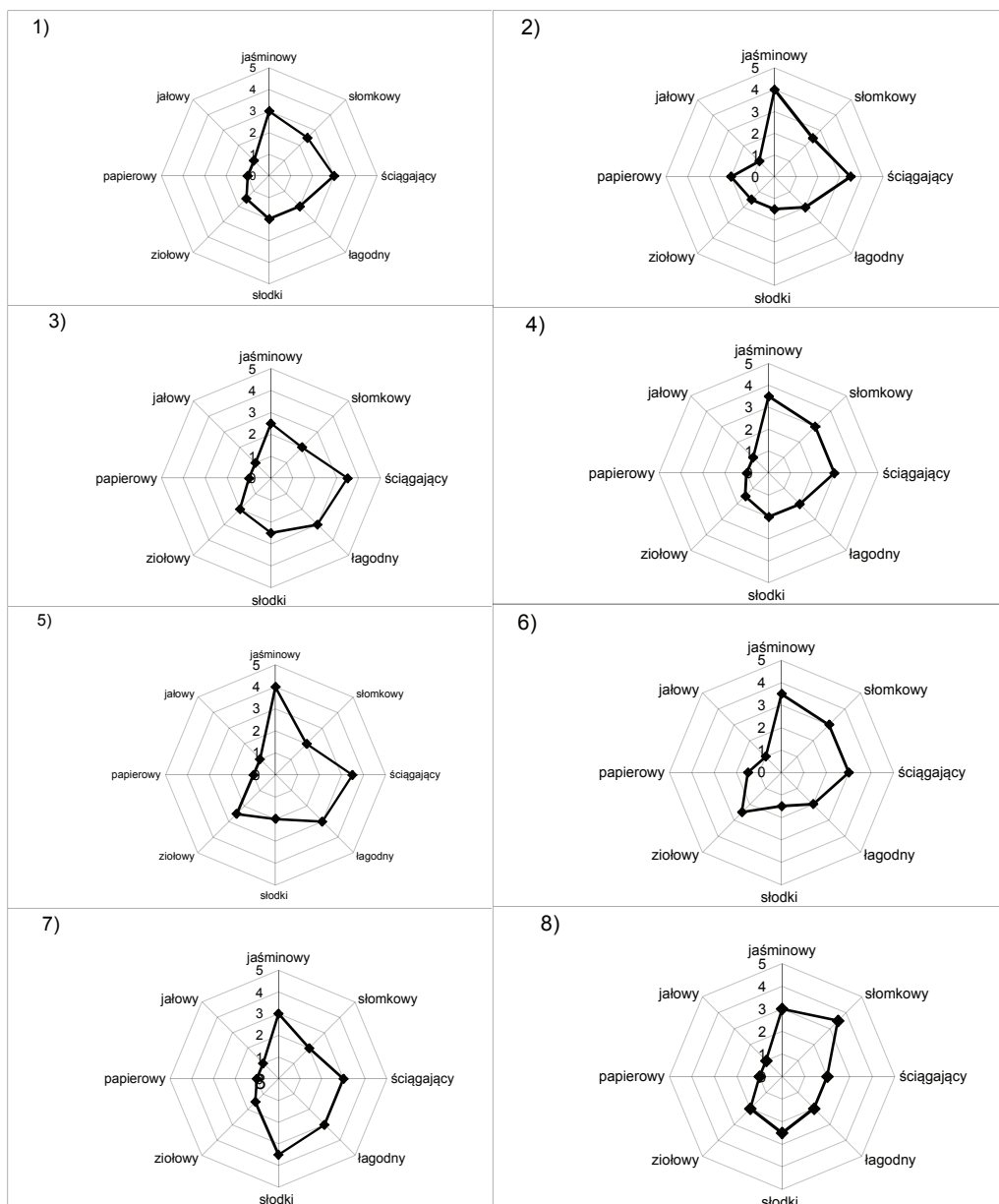
Zawartość garbników we wszystkich herbatach białych była podobna i mieściła się w zakresie 15 - 21 % (rys. 1d). Wartości te były wyższe niż podawane w piśmiennictwie w odniesieniu do herbat czarnych: 5 - 13,5 % [3, 5] i zielonych: 3 % [18]. Duża zawartość garbników wpływa na smak naparu herbacianego, nadając mu rzeźki i lekko gorzkawy posmak i może być uznana za zaletę herbaty białej, ze względu na pozytywne działanie garbników na organizm człowieka.

Zawartość tłuszczu w herbatach białych wynosiła od ok. 5 do ponad 11 %. Największą zawartość tego składnika oznaczono w herbacie 'White Ring' (11,44 %), natomiast najmniejszą (ponad dwukrotnie mniejszą) w herbacie 'Snow Dragon' (5,07 %) (rys. 1e). Według danych literaturowych [3, 11] zawartość tłuszczu w herbatach kształtuje się na poziomie od 2 do 8,2 %, można więc stwierdzić, że badane herbaty białe zawierały go więcej niż inne rodzaje.

Herbaty białe charakteryzowały się wysoką, ale zróżnicowaną pojemnością przeciwutleniającą oznaczoną wobec kationorodników ABTS, która mieściła się w zakresie od 0,50 do 3,23 mM TE/g. Istotnie najwyższe zdolności przeciwutleniające wykazywały herbaty: 'White Ring' i 'Snow dragon' zaś najniższe herbata 'Kocie oczko' (rys. 1f). W naparze pojemność przeciwutleniająca wyniosła od 3,34 do 21,26 mM TE/l. W badaniach przeprowadzonych przez Rusak i wsp. [17] uzyskano zbliżone bądź słabsze zdolności wygaszania kationorodników ABTS przez herbaty białe niż w niniejszej pracy. W przypadku herbat białych rozdrobnionych było to 0,67 mM TE/100 ml, natomiast liściastych 0,76 mM TE/100 ml. Wołosiak i wsp. [22] wykazali słabsze właściwości przeciwutleniające (od 0,18 w herbatach zielonych pochodzące z Tajwanu do 0,68 mM TE/100 ml w herbatach z Nepalu) niż w przypadku badanych w niniejszej pracy herbat białych.

W wyniku badań mających na celu określenie ewentualnych zafałszowań herbat, nie stwierdzono dodatku herbaty wyekstrahowanej, a także nie wykazano zafałszowania barwy herbat, co również wpłynęło na wysoką ocenę jakości tych herbat.

Na podstawie przeprowadzonej analizy sensorycznej która obejmowała ocenę wyglądu i barwy, aromatu, a także smaku stwierdzono, że wszystkie badane herbaty otrzymały wysokie oceny za wygląd, barwę oraz smak. Badane herbaty cechowały się rzadko spotykanym wyglądem suchych liści, co wpłynęło na ocenę ich atrakcyjności i wysokie noty w ocenie sensorycznej. Szczególnie wysoko oceniono wygląd i barwę naparów wszystkich herbat białych (4,25 do 5 pkt).



1. Biała perła / White pearl, 2. Kocie oczko / Cat's-eye, 3. Truskawka lichee / Strawberry lichee, 4. Cesarska igła / Imperial needle, 5. Snow dragon, 6. White ring, 7. Cesarska perła / Imperial pearl, 8. Srebrna truskawka / Silver strawberry.

papierowy / paper-like, jaśminowy / jasmine-like, łagodny / mild, jałowy / bland, ziołowy / herbat, słodki / sweet, ściągający / styptic, słomkowy / straw-like.

Rys. 2. Profile smakowitości naparów herbat białych.

Fig. 2. Tastiness profiles of white tea infusions.

Napary herbat analizowano także metodą profilową. Zidentyfikowano dziewięć wyróżników smakowości: ściągający, jaśminowy, słomkowy, łagodny, słodki, ziołowy, jałowy i papierowy. W naparach herbacianych dominowała delikatna, jaśminowa nuta – zarówno w zakresie smakowości, jak i aromatu. Smak naparów był ściągający. W naparach nie stwierdzono nadmiernego natężenia smaków niepożądanych, takich jak papierowy czy jałowy (rys. 2).

Wnioski

1. Herbaty białe dostępne na rynku krajowym charakteryzują się wysoką jakością i atrakcyjnością sensoryczną.
2. Napary herbat białych wykazują wysoką, ale zróżnicowaną pojemność przeciwutleniającą wobec kationorodników ABTS.

Literatura

- [1] Almajano P., Carbo R., Lopez Jimenez J.A., Gordon M.H.: Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chem*, 2008, **108**, 55-63.
- [2] Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis (10th ed.). Washington, DC 1984.
- [3] Budzyński B., Palich P.: Towaroznawcza ocena artykułów spożywczych. Wyd. WSM, Gdynia 2000.
- [4] Cichoń Z.: Towaroznawcza charakterystyka herbaty. Wyd. AE, Kraków 2005, ss. 9-21; 29-32.
- [5] Cichoń Z., Miśniakiewicz M.: Analiza jakości czarnych herbat liściastych. Wyd. AE, Kraków 2005.
- [6] Flaczyk E., Korczak J.: Towaroznawstwo wybranych produktów spożywczych. Przewodnik do ćwiczeń. Wyd. AR, Poznań 2004.
- [7] Flaczyk E., Górecka D., Korczak J.: Towaroznawstwo produktów spożywczych. Wyd. AR, Poznań 2006.
- [8] Frei B., Higdon J.V.: Antioxidant activity of tea polyphenols *in vivo*: Evidence from animal studies. *J. Nutr.*, 2003, **10** (133), 3275S-3284S.
- [9] Górecka D., Korczak J., Długosz B., Heś M.: Ocena jakości wybranych gatunków herbat różnego pochodzenia. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2004, **2** (37), 145-150.
- [10] Hilal Y., Engelhardt U.: Characterisation of white tea. Comparison to green and black tea. *J. Verbraucherschutz Lebensmittelsicher*, 2007, **2**, 414-421.
- [11] Kędzior W. (pod red.): Badanie i ocena jakości produktów spożywczych. Wyd. AE, Kraków 2003.
- [12] Ostrowska J., Skrzydlewska E., Stankiewicz A.: Antyoksydacyjne właściwości zielonej herbaty. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2001, **2** (37), 131-140.
- [13] PN-ISO 1573:1996. Oznaczanie ubytku masy w temperaturze 103 °C.
- [14] PN-ISO 1575:1996. Herbata. Oznaczanie popiołu ogólnego.
- [15] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [16] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad. Biol. Med.*, 1999, **26**, 1231-1227.
- [17] Rusak G., Komes D., Likić S., Horzić D., Kovač M.: Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used. *Food Chem.*, 2008, **110**, 852-858.

- [18] Stańczyk A., Skolimowska U., Wędzisz A., 2008: Zawartość garbników w zielonych i czarnych herbatach oraz właściwości antybakteryjne metanolowych wyciągów. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008, **4 (41)**, 976-980.
- [19] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4 (41)**, 5-28.
- [20] Wiseman S.A., Balentine D.A., Frei B.: Antioxidants in tea. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1997, **8 (37)**, 705-718.
- [21] Witkowska A., Zujko M.: Wpływ warunków ekstrakcji na całkowitą zawartość polifenoli oraz właściwości organoleptyczne naparów herbaty. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2003, **Supl.**, 401-404.
- [22] Wołosiak R., Mazurkiewicz M., Drużyńska B., Worobiej E.: Aktywność przeciwutleniająca wybranych herbat zielonych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **4 (59)**, 290-297.

QUALITY OF SELECTED WHITE TEA TYPES

S u m m a r y

The objective of this study was to assess the quality of white tea types less popular on the Polish market including the evaluation of sensory quality of tea infusions and the antioxidant capacity towards the ABTS radicals. The following contents were determined: water, protein, mineral compounds in the form of ash, fat, tannins, and vitamin C, as was the presence of adulterants in the teas.

It was proved that the white teas analyzed were characterized by the high quality and desirable sensory properties, as well as by the high antioxidant capacity that varied in the range of 0.50 to 3.23 mM TE/g. In the tea infusions, a delicate jasmine aroma and taste prevailed. No unwanted, highly intense tastes such as paper-like or bland taste were reported in the studied tea infusions. The teas analyzed were characterized by a similar chemical composition, except for the content of protein, fat and water.

Key words: white tea, quality, sensory analysis, antioxidant capacity ☒

GENOWEFA BONCZAR, MONIKA WSZOŁEK, MARIA WALCZYCKA,
ANETA ŻEBROWSKA, KRZYSZTOF MACIEJOWSKI

WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA AKTYWNOŚĆ WODY I JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNĄ MIĘKKICH SERÓW Z MLEKA OWCZEGO

Streszczenie

Materiał badawczy stanowiło mleko owcze i miękkie sery podpuszczkowe. W mleku oznaczono zawartość: suchej masy, tłuszczu, związków azotowych ogółem oraz kwasowość miareczkową, pH i gęstość. Mleko podzielono na dwie części – jedną część spasteryzowano w temp. 72 °C, pozostałej nie pasteryzowano. Do obu części mleka dodano podpuszczkę (o mocy 1:1000). Po uzyskaniu skrzepu i pokrojeniu uformowano sery. Po 24 h jeden ser z mleka pasteryzowanego i jeden z surowego poddano soleniu w solance o stężeniu 16 % przez 1 h. Podobnie po jednym serze z mleka surowego i jednym z pasteryzowanego zaparzano w wodzie w temp. 70 °C przez 3 min.

Świeże sery – surowe i pasteryzowane poddano analizie, która obejmowała oznaczenie zawartości suchej masy, pH, aktywności wody, parametrów tekstury, a także badania mikrobiologiczne, dotyczące oznaczenia ogólnej liczby drobnoustrojów, liczby bakterii z grupy coli, liczby bakterii kwaszących oraz liczby pleśni i drożdży. Po 14 dniach przechowywania w temp. 4 °C w serach oznaczano zawartość suchej masy, aktywność wody, pH, parametry tekstury i przeprowadzono badania mikrobiologiczne. Wyniki opracowano statystycznie.

Stwierdzono, że pasteryzacja wpłynęła na obniżenie badanych parametrów w serach, statystycznie istotnie w przypadku pH, spoistości i żujności oraz liczby drobnoustrojów (ogólnej, coli i drożdży). Solenie istotnie zredukowało aktywność wody w serach. Liczba drobnoustrojów (ogólna, coli i drożdży) zmniejszyła się nieznacznie, lecz w sposób statystycznie nieistotny. Zaparzenie spowodowało istotny statystycznie wzrost zawartości suchej masy oraz parametrów tekstury: twardości, spoistości, sprężystości i żujności. Współczynniki korelacji między aktywnością wody i pozostałymi analizowanymi parametrami serów zmieniały się w zależności od zastosowanego czynnika doświadczalnego.

Słowa kluczowe: mleko owcze, sery, pasteryzacja, solenie, zaparzenie, aktywność wody, jakość mikrobiologiczna

Wprowadzenie

Aktywność wody w produktach spożywczych wskazuje na stopień powiązania cząsteczek wody ze składnikami żywności. Jej wartość świadczy o dostępności wody dla mikroorganizmów, a tym samym o możliwości ich rozwoju, co wpływa na jakość produktów i ich trwałość. Spośród produktów mleczarskich mleko w proszku odtłuszczone charakteryzuje się aktywnością wody 0,254 i trwałością wynoszącą 6 miesięcy, podczas gdy aktywność wody sera twarogowego wynosi 0,955, a jego trwałość 48 h [4]. Gdy aktywność wody wynosi powyżej 0,95 w mleku i produktach mleczarskich rozwijają się bakterie z rodzaju *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Proteus*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Clostridium perfringens* i niektóre drożdże, od 0,91 - 0,95 *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Serratia*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Bacillus* i niektóre pleśnie, a od 0,87 - 0,91 drożdże m.in. *Candida* oraz bakterie *Micrococcus*. Zaobserwowano, że produkty spożywcze o $a_w < 0,65$ mają trwałość ponad 6 miesięcy, o $0,65 < a_w < 0,91$ charakteryzuje trwałość ponad 2 miesiące, a o $a_w > 0,91$ są mniej trwałe (od 2 dni do kilku tygodni). Wyniki niektórych badań wskazują, że aktywność wody ulega zmianie w produktach mleczarskich, w tym w serach, w zależności od wpływu prowadzonych procesów technologicznych, czasu dojrzewania, przechowywania, a także gatunku zwierzęcia od którego pochodzi mleko [6, 7, 11, 13, 16, 18]. Aktywność wody w serach zmienia się w zależności od stopnia dojrzałości sera (niedojrzały, dojrzały, przejrzwały), rodzaju sera (twardy, półtwardy, miękki), solenia i in. [8, 9, 17].

Celem niniejszej pracy było określenie poziomu aktywności wody i liczby drobnoustrojów (ogólna, z grupy coli, grzybów oraz bakterii kwaszących) w serach miękkich z mleka owczego surowego lub pasteryzowanego, które poddawano soleniu lub zaparzeniu. Ponadto celem było określenie zależności między aktywnością wody a niektórymi właściwościami serów oraz liczbą drobnoustrojów.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były sery miękkie podpuszczkowe, wyprodukowane z mleka owczego w warunkach laboratoryjnych. W okresie wiosennym (żywienie pastwiskowe) trzykrotnie w odstępach dwutygodniowych pobierano po rannym doju po około 15 l mleka zbiorczego od stada polskich owiec górskich z bacołki k. Nowego Targu. Po przewiezieniu do laboratorium Katedry Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, w czasie nie dłuższym niż 2 h, świeże mleko poddawano analizie, a następnie produkowano z niego sery.

Badania mleka obejmowały oznaczenie zawartości: suchej masy metodą suszenia, zawartości tłuszczu metodą Gerbera, zawartości związków azotowych ogółem metodą Kjeldahla przy użyciu aparatu Buchi oraz kwasowość miareczkową metodą Soxhleta-Henkla, pH przy użyciu pehametru, gęstość metodą laktodensymetryczną [1].

Mleko cedzono i dzielono na dwie części – jedną część poddawano pasteryzacji w temp. 72 °C, drugiej nie pasteryzowano. Do obu części mleka dodawano podpuszczkę o mocy 1:1000 w takiej ilości, aby skrzep zwięzły uzyskać po około 1 h. Skrzep krojono na kostki o boku około 2 cm i delikatnie mieszano. Następnie kostki przenoszono do foremek, kilkakrotnie je odwracając. W ten sposób uzyskano po trzy sery z mleka surowego i trzy z mleka pasteryzowanego. Po 24 h formowania poddawano soleniu przez 1 h w solance o stężeniu soli 16 % po jednym serze z mleka surowego i pasteryzowanego. Kolejne dwa sery (z mleka surowego i pasteryzowanego) zaparzano w wodzie o temp. 70 °C przez 3 min, co kilkanaście sekund wyciągając z wody i ugniatając. Pozostałe sery (1 z mleka surowego i 1 z pasteryzowanego) nie poddawano dodatkowym zabiegom. Próbki wszystkich serów poddawano badaniom, a następnie po schłodzeniu przetrzymywano w temp. 4 °C przez 14 dni. W serach świeżych oznaczano: zawartość suchej masy metodą suszenia [1], pH przy użyciu pehametru, aktywność wody przy użyciu aparatu typu Lab Master firmy Novasina, parametry tekstury przy użyciu teksturometru TA-XT2 firmy Stable Micro System sprzężonym z komputerem PC (twardość, adhezyność, sprężystość, spoistość, żujność) [14]. Przeprowadzono badania jakości mikrobiologicznej serów uzyskanych z mleka surowego i pasteryzowanego, oznaczając ogólną liczbę drobnoustrojów, liczbę bakterii z grupy coli, liczbę bakterii kwaszących oraz ogólną liczbę grzybów metodą posiewów na pożywkach selektywnych [15].

Po 14 dniach przechowywania w serach powtórzono oznaczenia zawartości suchej masy, a także pomiar aktywności wody, pH, parametrów tekstury oraz ponownie przeprowadzono analizę mikrobiologiczną.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, wykorzystując program komputerowy Statistica v. 8. Przeprowadzono analizę wariancji ANOVA, w celu sprawdzenia istotności wpływu pasteryzacji, solenia, zaparzenia i czasu przechowywania na badane parametry serów, a istotność różnic między wartościami średnimi oszacowano przy zastosowaniu wielokrotnego testu rozstępu Duncana. Obliczono również współczynniki korelacji między aktywnością wody i pozostałymi badanymi właściwościami serów.

Wyniki badań i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono właściwości mleka owczego, będącego surowcem do produkcji miękkich serów podpuszczkowych. Mleko pochodziło od owiec rasy polskiej górskiej, użytkowanych wielostronnie, których mleko przerabiane jest w Polsce na regionalne produkty, w tym twarde sery z masy parzonej tzw. oscypki oraz miękkie sery bundz i bryndzę. Właściwości mleka były zbliżone do podawanych w innych pracach odnośnie mleka tej samej rasy owiec, analizowanego w początkowym okresie doju (maj – czerwiec), a także mleka owiec innych ras [12, 18].

Tabela 1

Skład chemiczny i cechy fizyczne mleka owczego użytego do produkcji serów.
Chemical composition and physical parameters of ewe's milk used to produce cheeses.

Właściwości mleka Properties of Milk	\bar{x}	δ
Gęstość / Density [g/cm ³]	1,034	0,0004
pH	6,60	0,06
Kwasowość / Acidity [°SH]	8,20	1,25
Zawartość suchej masy / Total solids content [%]	16,90	0,67
Zawartość związków azotowych ogółem / Total nitrogen compounds content [%]	5,10	0,22
Zawartość kazeiny / Casein content [%]	4,20	0,29
Zawartość tłuszczu / Fat content [%]	7,00	0,50

Wyniki analizy wariancji, dotyczące wpływu pasteryzacji, solenia i czasu przechowywania na różne właściwości serów przedstawiono w tab. 2. Pasteryzacja wpłynęła na zmniejszenie wartości wszystkich badanych parametrów, w tym statystycznie istotnie na zmniejszenie spoistości i żujności, a także ogólnej liczby drobnoustrojów, liczby bakterii z grupy coli oraz ogólnej liczby grzybów.

Aktywność wody w serach z mleka surowego wyniosła 0,978, a w serach z mleka pasteryzowanego 0,975 (tab. 2). W literaturze podawane są zróżnicowane wartości aktywności wody w serach. W przypadku sera parmezan podawana jest średnia wartość $a_w = 0,916$ [10], sera świeżego białego meksykańskiego $a_w = 0,95$ [6], podobnie paneera [16], a serów znajdujących się w handlu w Polsce $a_w = 0,955$ (twaróg) - 0,924 (ser typu gouda) [4].

Zmniejszenie zawartości suchej masy oraz parametrów tekstury (twardości, adhezyjności, sprężystości, spoistości i żujności) w świeżej masie serowej uzyskanej z mleka pasteryzowanego w porównaniu z masą serową uzyskaną z mleka surowego stwierdzono również w poprzednich pracach [2, 3].

Solenie serów w solance o stężeniu 16 % przez 60 min spowodowało zmniejszenie w nich zawartości suchej masy, istotne statystycznie obniżenie aktywności wody i wartości pH (tab. 2). Również nieznacznie zmniejszyła się w serach solonych, w porównaniu z niesolonymi, ogólna liczba drobnoustrojów, liczba bakterii z grupy coli oraz ogólna liczba grzybów, natomiast zwiększyła liczba bakterii kwaszących. Zmiany liczby drobnoustrojów związane z soleniem serów okazały się jednak nieistotne statystycznie (tab. 2). Guinee i Fox [9] podają, że aktywność wody w serach młodych solonych, szczególnie o zawartości wody > 40 % ulega obniżeniu. Również Saurell i wsp. [17] stwierdzili, że lokalne stężenie soli w serze ementaler wpływa na aktywność wody

Tabela 2

Wyniki analizy wariancji dotyczące wpływu pasteryzacji, solenia i czasu przechowywania na wybrane parametry serów miękkich z mleka owczego (średnie najmniejszych kwadratów).

Results of Variance Analysis referring to the effect of pasteurisation, brining, and storage time on selected parameters of ewe's milk soft cheeses (least squared means).

Parametry Parameters	Pasteryzacja Pasteurisation		Solenie Brining		Czas przechowy- wania [dni] Days of storage		Ogółem Total
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	1	14	
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	
Aktywność wody Water activity	0,978 $\pm 0,004$	0,975 $\pm 0,044$	0,987** $\pm 0,001$	0,965** $\pm 0,003$	0,973* $\pm 0,005$	0,979* $\pm 0,002$	0,976 $\pm 0,003$
Zawartość suchej masy [%] Total solids content [%]	42,52 $\pm 1,52$	39,59 $\pm 1,13$	42,45 $\pm 1,20$	39,67 $\pm 1,47$	39,45 $\pm 1,38$	42,66 $\pm 1,26$	41,06 $\pm 0,97$
pH	5,52** $\pm 0,10$	4,67** $\pm 0,04$	5,15 $\pm 0,15$	5,04 $\pm 0,15$	5,25** $\pm 0,16$	4,94** $\pm 0,12$	5,10 0,10
Twardość [KG] Hardness [KG]	13,27 $\pm 1,79$	10,53 $\pm 1,95$	11,04 $\pm 1,50$	12,80 $\pm 2,16$	12,86 $\pm 1,53$	10,98 $\pm 2,24$	11,96 $\pm 1,32$
Adhezyjność [KG·s] Adhesiveness [KG·s]	-0,83 $\pm 0,36$	-1,01 $\pm 0,26$	-0,76 $\pm 0,20$	-1,09 $\pm 0,39$	-0,58 $\pm 0,12$	-1,27 $\pm 0,41$	-0,92 $\pm 0,22$
Sprężystość TPA Springiness TPA	0,85 $\pm 0,07$	0,67 $\pm 0,05$	0,68 $\pm 0,14$	0,85 $\pm 0,08$	0,79 $\pm 0,03$	0,74 $\pm 0,09$	0,76 $\pm 0,05$
Spoistość TPA Cohesiveness TPA	0,47** $\pm 0,03$	0,27** $\pm 0,01$	0,36 $\pm 0,03$	0,39 $\pm 0,05$	0,42** $\pm 0,04$	0,32** $\pm 0,03$	0,37 0,03
Żujność [KG] Chewiness [KG]	5,36** $\pm 1,02$	1,86** $\pm 0,38$	2,93 $\pm 0,71$	4,29 $\pm 1,07$	4,99** $\pm 1,09$	2,23** $\pm 0,44$	3,61 0,64
Ogólna liczba drobnoustrojów [jtk/cm ³] Aerobic bacteria count [cfu/cm ³]	8,61** $\pm 0,31$	3,38** $\pm 2,15$	6,28 0,79	5,72 $\pm 1,04$	6,60 $\pm 0,80$	5,40 $\pm 1,01$	6,00 $\pm 0,64$
Liczba bakterii z grupy coli [jtk/cm ³] Coliform count [cfu/cm ³]	7,46** $\pm 0,38$	2,17** $\pm 0,36$	5,04 $\pm 0,79$	4,59 $\pm 0,95$	5,04 $\pm 0,80$	4,59 $\pm 0,94$	4,81 $\pm 0,61$
Ogólna liczba grzybów [jtk/cm ³] Mould count [cfu/cm ³]	4,93** $\pm 0,19$	2,40** $\pm 1,86$	3,82 $\pm 0,52$	3,50 $\pm 0,58$	4,01 $\pm 0,44$	3,31 $\pm 0,63$	3,66 $\pm 0,38$
Liczba bakterii kwaszących [jtk/cm ³] Acidifying bacteria count [cfu/cm ³]	3,48 $\pm 0,33$	2,30 $\pm 0,52$	2,88 $\pm 0,41$	2,90 0,52	3,39 $\pm 0,38$	2,39 $\pm 0,50$	2,89 $\pm 0,33$

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* – stwierdzone statystycznie istotne różnice między wartościami średnimi w obrębie czynnika ($p \leq 0,05$) / statistically significant differences found between mean values within one factor ($p \leq 0,05$);

** – stwierdzone statystycznie wysoko istotne różnice między wartościami średnimi w obrębie czynnika ($p \leq 0,01$) / high statistically significant differences found between mean values within one factor ($p \leq 0,01$).

w czasie solenia, jak i dojrzewania serów. Według Guinee i Foxa [9] na aktywność wody, szczególnie serów solonych twardych i półtwardych, podczas ich dojrzewania wpływają również inne składniki popiołu, a także mleczany, peptydy i aminokwasy. Petkova i Kozhev [12] zaobserwowali, że w serach kashkaval, szczególnie w wyprodukowanych z mleka owczego, po 8 i 12 miesiącach dojrzewania aktywność wody ulegała istotnemu obniżeniu. Inni autorzy, badając sery teleme z mleka owczego, krowiego, koziego i mieszanego nie zaobserwowali istotnych zmian aktywności wody w serach w czasie ich dojrzewania [10]. Czas przechowywania wpłynął na zmiany wartości badanych parametrów, przy czym statystycznie istotnie na wzrost aktywności wody, i wysokoistotnie na obniżenie pH, spoistości i żujności serów (tab. 2).

W tab. 3 przedstawiono wyniki analizy wariancji dotyczącej wpływu pasteryzacji, zaparzania i czasu przechowywania na badane parametry serów miękkich. Również w tym doświadczeniu, podobnie jak w poprzednim, pasteryzacja wpłynęła na zmiany badanych parametrów, przy czym obniżenie aktywności wody okazało się statystycznie istotne. Proces zaparzania masy serowej statystycznie istotnie wpłynął na wzrost zawartości suchej masy, twardości, spoistości i żujności serów. Stwierdzono obniżenie aktywności wody w serach pod wpływem zaparzania, jednak było ono nieistotne statystycznie. W czasie przechowywania obniżyła się istotnie aktywność wody, a także twardość, sprężystość, spoistość i żujność serów. Rao i Patil [16] badali właściwości sera paneer, wytrącanego kwasem cytrynowym i stwierdzili zmniejszenie twardości serów, a wzrost spoistości w czasie ich przechowywania.

Zmniejszenie ogólnej liczby drobnoustrojów, bakterii z grupy coli, bakterii kwaszących (fermentacji mlekowej) i grzybów po 14 dniach przechowywania okazało się, podobnie jak w poprzednim przypadku, nieistotne statystycznie. Wszolek i Bonczar [19], w badaniach dotyczących oscypków z masy parzonej tradycyjnie produkowanych z mleka owczego, stwierdziły po 60 dniach przechowywania zmniejszenie ogólnej liczby drobnoustrojów, bakterii kwaszących, z grupy coli oraz pleśni, a wzrost liczby drożdży.

Między aktywnością wody a pozostałymi badanymi parametrami obliczono współczynniki korelacji, uwzględniając wszystkie analizowane sery i dodatkowo oddzielnie sery z mleka surowego, pasteryzowanego, solone z mleka surowego i pasteryzowanego, zaparzone z mleka surowego i pasteryzowanego. Uzyskane współczynniki przedstawiono w tab. 4.

Tabela 3

Wyniki analizy wariancji dotyczące wpływu pasteryzacji, parzenia i czasu przechowywania na wybrane parametry serów miękkich z mleka owczego (średnie najmniejszych kwadratów).

Results of Variance Analysis referring to the effect of pasteurisation, scalding, and storage time on selected parameters of ewe's milk soft cheeses (least squared means).

Parametry Parameters	Pasteryzacja Pasteurisation		Parzenie Scalding		Czas przechowywania [dni] Days of storage		Ogółem Total
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	1	14	
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	
Aktywność wody Water activity	0,988* ± 0,001	0,985* ± 0,001	0,987 ± 0,001	0,985 ± 0,001	0,989** ± 0,001	0,984** 0,001	0,986 ± 0,001
Zawartość suchej masy [%] Total solids content [%]	47,85 ± 1,75	46,16 ± 1,92	42,45** ± 1,20	51,57** ± 1,29	45,64 ± 1,91	48,38 ± 1,71	47,01 ± 1,28
pH	5,47** ± 0,09	4,89** ± 0,11	5,16 ± 0,15	5,21 ± 0,11	5,28 ± 0,15	5,08 ± 0,10	5,18 ± 0,09
Twardość [KG] Hardness [KG]	26,96 ± 5,15	25,50 ± 5,97	10,30** ± 1,56	42,16** ± 3,69	31,03* ± 6,43	21,43* ± 4,08	26,23 ± 3,86
Adhezyjność [KG·s] Adhesiveness [KG·s]	-0,63 ± 0,15	-0,87 ± 0,21	-0,76 ± 0,20	-0,74 ± 0,15	-0,54 ± 0,15	-0,95 ± 0,18	-0,75 ± 0,12
Sprężystość [TPA] Springiness [TPA]	0,77** ± 0,02	0,64** ± 0,05	0,68 ± 0,04	0,73 ± 0,04	0,77** ± 0,03	0,64** ± 0,04	0,70 ± 0,03
Spoistość [TPA] Cohesiveness [TPA]	0,48** ± 0,03	0,34** ± 0,03	0,35** ± 0,03	0,46** ± 0,03	0,46** 0,04	0,35** ± 0,03	0,41 ± 0,02
Żujność [KG] Chewiness [KG]	10,93* ± 2,44	7,51* ± 2,65	2,93** ± 0,71	15,51** ± 2,41	12,92** ± 2,98	5,51** ± 1,46	9,22 ± 1,80
Ogólna liczba drobnoustrojów [jtk/cm ³] Aerobic bacteria count [cfu/cm ³]	8,55** ± 0,28	3,97** ± 0,44	6,28 ± 0,79	6,24 ± 0,78	6,60 ± 0,80	5,92 ± 0,75	6,26 ± 0,54
Liczba bakterii z grupy coli [jtk/cm ³] Coliform count [cfu/cm ³]	7,46** ± 0,36	2,77** ± 0,28	5,04 ± 0,79	5,18 ± 0,76	5,04 ± 0,80	5,18 ± 0,75	5,11 ± 0,54
Liczba grzybów [jtk/cm ³] Mould count [cfu/cm ³]	4,96** ± 0,18	2,90** ± 0,44	3,82 ± 0,52	4,03 ± 0,39	4,01 ± 0,44	3,84 ± 0,48	3,93 ± 0,32
Liczba bakterii kwaszących [jtk/cm ³] Acidifying bacteria count [cfu/cm ³]	3,39 ± 0,33	2,61 ± 0,45	2,88 ± 0,41	3,12 ± 0,40	3,39 ± 0,38	2,61 ± 0,41	3,00 ± 0,28

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

Tabela 4

Współczynniki korelacji (r) między aktywnością wody (a_w) a pozostałymi parametrami analizowanymi w serach miękkich solonych lub parzonych wyprodukowanych z mleka owczego surowego i poddanego pasteryzacji.

Coefficients of Correlation (r) between water activity (a_w) and all other parameters analysed in brined or scalded soft cheeses produced from raw or pasteurised ewe's milk.

Parametry Parameters	Sery Cheeses					
	z mleka surowego from raw milk	z mleka pasteryzowanego from pasteurised milk	z mleka surowego solone from raw milk brined	z mleka pasteryzowanego solone from pasteurised milk brined	z mleka surowego parzone from raw milk scalded	z mleka pasteryzowanego parzone from pasteurised milk scalded
Sucha masa Total solids	0,53	0,10	0,11	-0,19	-0,53	0,11
pH pH	0,84*	0,80	-0,03	-0,87*	-0,40	0,49
Ogólna liczba drobnoustrojów Total aerobic bacteria count	-0,35	0,01	-0,67	-0,76	0,14	0,47
Liczba bakterii z grupy coli Coliform count	-0,55	-0,45	-0,35	-0,83*	0,20	0,13
Ogólna liczba grzybów Total mould count	-0,56	0,04	-0,51	-0,46	0,37	0,54
Liczba bakterii kwaszących Acidifying bacteria count	0,65	0,60	0,36	-0,45	-0,25	0,64
Twardość Hardness	0,28	-0,83	-0,26	-0,01	0,54	-0,08
Adhezyjność Adhesiveness	0,70	0,66	-0,31	-0,38	0,06	0,72
Sprężystość Springiness	0,66	0,07	-0,05	-0,92*	0,36	0,68
Spoistość Cohesiveness	0,10	0,26	-0,79	-0,93*	0,78	0,40
Żujność Chewiness	0,38	-0,54	-0,60	-0,60	0,71	0,23

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* – współczynniki korelacji statystycznie istotne na poziomie $p \leq 0,05$ / statistically significant correlation coefficients at $p \leq 0.05$

Współczynniki korelacji, obliczone dla każdego rodzaju sera, przyjęły wartości zróżnicowane i tak np. między zawartością suchej masy a aktywnością wody wahają się od $r = 0,53$ (sery z mleka surowego) do $r = -0,53$ (sery z mleka surowego, poddane zaparzeniu). Jeszcze większe zróżnicowanie dotyczy współczynników korelacji między pH a aktywnością wody, które w przypadku serów z mleka surowego wyniosły $r = +0,84$, a w przypadku serów z mleka pasteryzowanego poddanych soleniu $r = -0,87$ (obydwa statystycznie istotne). Ogólna liczba drobnoustrojów, liczba bakterii z grupy coli i ogólna liczba grzybów były ujemnie skorelowane z aktywnością wody w serach z mleka surowego i w serach solonych, a dodatnio skorelowane w serach zaparzanych. Liczba bakterii kwaszących była ujemnie skorelowana z aktywnością wody w serach z mleka surowego poddanych zaparzeniu i pasteryzowanego poddanych soleniu, w pozostałych przypadkach współczynniki korelacji przyjęły wartość dodatnią. Współczynniki korelacji między aktywnością wody a twardością serów przyjęły wartości od $r = 0,54$ (z mleka surowego zaparzane) do $r = 0,83$ (z mleka pasteryzowanego). Równie duże rozbieżności dotyczyły wartości współczynników korelacji między aktywnością wody a pozostałymi parametrami tekstury.

Wnioski

1. Proces pasteryzacji wpłynął na obniżenie w serach wartości wszystkich badanych parametrów, przy czym statystycznie istotnie – pH, spoistości i żujności serów, a także liczby drobnoustrojów (ogólnej, z grupy coli i grzybów).
2. Proces solenia wysoko istotnie statystycznie obniżył aktywność wody w serach. Liczba drobnoustrojów (ogólna, z grupy coli i grzybów) zmniejszyła się nieznacznie, lecz w sposób statystycznie nieistotny.
3. Proces zaparzania serów statystycznie wysoko istotnie wpłynął na wzrost zawartości suchej masy, twardości serów, spoistości, sprężystości i żujności. Aktywność wody serów zaparzanych uległa nieistotnemu statystycznie obniżeniu w porównaniu z serami niezaparzonymi.
4. Współczynniki korelacji między aktywnością wody a pozostałymi parametrami przyjmowały zróżnicowane wartości, w zależności od zastosowanych czynników doświadczalnych.

Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis Dairy Products, 1990.
- [2] Bonczar G., Grega T., Domagała J., Walczycka M., Reguła A.: The influence of different factors on syneresis of renet curd obtained from ewe's milk. EJPAU, s. Food Science and Technology, 2003, vol. 6 issue <http://www.ejpau.media.pl>

- [3] Bonczar G., Walczycka M., Gamrat M., Janiec J., Szpak B.: The influence of some factors on texture of fresh cheese. *EJPAU*, s. Food Science and Technology, 2001, vol. 4 issue 2, <http://www.ejpau.media.pl>
- [4] Ćwiertniewski K., Polak E., Egierski K.: Aktywność wody – parametr trwałości produktów spożywczych. *Przem. Spoż.*, 2005, **11**, 16-19, 41.
- [5] Estaban M.A., Marcos A.: Equations for calculation of water activity in cheese from its chemical composition. *Food Chem.*, 1990, **35 (3)**, 179-186.
- [6] Diaz-Cinco M.E., Fraijo O., Grajeda P., Lozano-Taylor J., Gonzales de Mejia E.: Microbial and chemical analysis of Chihuahua cheese and relationship to histamine and tyramine. *J. Food Sci.*, 1992, **57 (2)**, 355-356, 365.
- [7] Doering-Gasparin-Carvalho J., Hanada-Vioto W., Yoshiteru-Kuaye A.: The quality of Minas Frescal cheese produced by different technological processes. *Food Control*, 2007, **18 (3)**, 262-267.
- [8] Frau M., Simal S., Femenia A., Rossello C.: Application of principal component analysis to chemical characteristics of mahon cheese. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 1997, **205 (6)**, 429-432.
- [9] Guinee T.P., Fox P.F.: Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* vol. 1, General Aspects edited by Fox P.F., Elsevier Applied Science London 2004.
- [10] Maldonado A.G., Menici A.O.P., Balian S de C, Telles E.O.: Sanitary-hygiene evaluation of samples of grated Parmesan cheese in the city of Sao Paulo. *Higiene Alimentar.*, 2006, **20 (141)**, 103-105.
- [11] Mallatou H., Pappa E.C.: Comparison of the characteristics of Teleme Cheese made from ewe's, goat's and cow's milk or a mixture of ewe's and goat's milk. *Int. J. Dairy Technol.*, 2005, **58(3)**, 158-163.
- [12] Paciorek A., Bonczar G.: Jakość oszczypków z uwzględnieniem oceny mleka owczego i żętycy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **1 (26)**, 103-115.
- [13] Petkova D., Kozhev A.: Determination of water activity in Kachkaval cheese. *Khranitelna Promishlennost*, 1991, **40 (3/8)**, 31-33.
- [14] PN-ISO 11036:1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.
- [15] PN 93/A-86034:1993. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne.
- [16] Rao K.J., Patil G.R.: Changes in textural characteristics of paneer in ready-to-eat canned curry during storage. *J. Text. St.*, 2006, **37 (2)**, 156-164.
- [17] Saurel R., Pajonk A., Andrieu J.: Modelling of French Emmental cheese water activity during salting and ripening periods. *J. Food Eng.*, 2004, **63 (2)**, 163-170.
- [18] Schebor C., Chirife J.: A survey of water activity and pH values in fresh pasta packed under modified atmosphere manufactured in Argentina and Uruguay. *J. Food Prot.*, 2000, **63 (7)**, 965-967.
- [19] Wszolek M., Bonczar G.: Jakość oscypków z mleka owczego, owczo-krowiego i krowiego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003 **3 (36) Supl.** 103-117.

EFFECT OF SELECTED FACTORS ON WATER ACTIVITY AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF EWE'S MILK SOFT CHEESES

S u m m a r y

The materials investigated constituted an ewe's milk and soft rennet cheeses. In the milk, the following contents were determined: total solids; fat; total nitrogen compounds; as were the titratable acidity; pH; and density. The milk was divided in two portions; one portion was pasteurised at 72 °C, and the

second portion was not pasteurised. Rennet was added to the two milk portions (rate 1:1000). The curd produced was cut into cubes and cheeses were moulded. 24 hours later, one cheese made from pasteurized milk and one cheese from non-pasteurised milk were placed in 16 % brine for 1 hour. The remaining cheeses (one from raw and one from pasteurised milk) were scalded in water at 70 °C for 3 minutes.

Fresh cheeses, raw and pasteurised, were assessed in order to determine: total solids; pH; water activity, texture profile/ Microbiological analyses were also performed in order to determine the total count of micro-organisms, *coliform* count, acidifying bacteria count, and yeast and mould. After storing the cheeses for 14 days at 4 °C, once more the same parameters were determined, i.e.: content of total solids, water activity, pH, texture parameters; microbiological analyses were performed, too. The results obtained were statistically analysed and elaborated.

It was found that the pasteurisation caused all the examined parameters in cheeses to decrease; statistically significant was the decrease of pH, cohesiveness, chewiness, and counts of micro-organisms (total count, *coliform*, and moulds). The brining process significantly reduced water activity in cheeses. The microbial count (total, *coliforms*, and moulds) was also reduced, but not statistically significantly. The scalding process significantly increased the content of total solids and the values of texture parameters: hardness, cohesiveness, springiness, and chewiness. Correlation coefficients between water activity and other examined cheese parameters varied depending on the experimental factor applied.

Key words: ewe's milk, cheeses, pasteurization, brining, scalding, water activity, microbiological quality



TOMASZ DASZKIEWICZ, STANISŁAW WAJDA, RAFAŁ WINARSKI,
MILENA Koba-KOWALCZYK, DOROTA KUBIAK

WPLYW CZYNNIKÓW PRZYŻYCIOWYCH NA UBYTKI MASY TUSZ WIEPRZOWYCH W CZASIE POUBOJOWEGO WYCHŁADZANIA

Streszczenie

Analizowano wpływ płci tuczników oraz masy i otłuszczenia tusz na wielkość ubytków ich masy w czasie poubojowego wychładzania. Stwierdzono, że wielkość ubytków chłodniczych ujemnie korelowała z masą tusz tuczników, a w przypadku tusz wieprzków również z ich otłuszczeniem. Wyraźną tendencję do zmniejszania strat masy obserwowano w grupie tusz o masie cieplej powyżej 80 kg. Nie stwierdzono istotnych zależności między płcią tuczników a wielkością ubytków chłodniczych masy tusz.

Słowa kluczowe: tusze wieprzowe, wychładzanie, ubytki masy

Wprowadzenie

Schładzanie tusz zwierząt rzeźnych po uboju jest podstawowym zabiegiem zapewniającym trwałość mięsa. Ma ono na celu stworzenie niekorzystnych warunków do rozwoju drobnoustrojów, jak i zwolnienie przebiegu procesów enzymatycznych zachodzących w tkankach [5, 11, 16]. Ponadto poprzez sterowanie warunkami chłodniczego składowania mięsa można wywierać znaczący wpływ na niektóre jego cechy jakościowe, takie jak: ubytki masy, kruchość, wodochłonność, barwa [11, 12].

Przemysł mięsny preferuje szybkie metody schładzania tusz zwierząt rzeźnych ze względu na możliwość: zmniejszenia strat związanych z ususzką, poprawy czystości mikrobiologicznej oraz przyspieszenia procesu przetwarzania [2, 15]. W związku z tym intensyfikacja procesów obróbki chłodniczej mięsa jest jednym z ważniejszych kierunków rozwoju technologii i techniki chłodniczej. Rozwiązanie powyższego zagadnienia związane jest z konstrukcją nowoczesnych komór chłodniczych, których

Dr hab. T. Daszkiewicz, prof. UWM, prof. dr hab. S. Wajda, dr inż. R. Winarski, mgr inż. M. Koba-Kowalczyk, mgr inż. D. Kubiak, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn

centralnym ogniwem jest prawidłowo wybrany system ochładzania odprowadzający ciepło z tusz lub półtuszy [18]. Pewien wpływ na efekty schładzania tusz mogą mieć takie czynniki, jak: masa tuszy, jej otłuszczenie i umięśnienie oraz płęć zwierząt [1]. Określenie skali wpływu tych czynników może przyczynić się do optymalizacji warunków prowadzenia procesu wychładzania tusz.

Celem pracy była analiza wpływu płci tuczników oraz masy i otłuszczenia tusz na wielkość ubytków ich masy w czasie poubojowego wychładzania.

Material i metody badań

Badania prowadzono w dużych zakładach mięsnych w północno-wschodniej Polsce, na wybranych losowo 365 tuszach tuczników pochodzących z zaplecza surowcowego tych zakładów. Zwierzęta pochodziły ze skupu masowego i były zróżnicowane rasowo, z przewagą tuczników rasy wbp i pbz oraz ich mieszańców. Ubój zwierząt i obróbkę poubojową tusz prowadzono zgodnie z przepisami obowiązującymi w przemyśle mięsnym. Po upływie około 45 min od momentu oszłomienia tuczników dokonywano ważenia tusz na kolejkowej wadze elektronicznej I (z dokładnością do 0,1 kg) w celu ustalenia masy tuszy ciepłej, a następnie kierowano je do wychłodzenia. Wychładzanie tusz prowadzono metodą szybką dwufazową (I faza – ok. 2 h w temp. -10 °C, przepływ powietrza ok. 2 m/s, bez przemieszczania tusz; II faza – ok. 22 h w temp. 2 - 4 °C, przepływ powietrza ok. 0,2 - 0,5 m/s, bez przemieszczania tusz). Podane parametry procesu wychładzania ustalono na podstawie informacji uzyskanych w zakładach mięsnych. Po wychłodzeniu tusze ponownie ważono na kolejkowej wadze elektronicznej II (z dokładnością do 0,1 kg), aby ustalić masę tuszy zimnej. Na podstawie różnicy między masą tuszy ciepłej i zimnej obliczano wielkość chłodniczych ubytków masy tuszy.

Na wiszących wychłodzonych prawych półtuszach dokonywano pomiarów grubości słoniny za pomocą suwmiarki (z dokładnością do 0,1 cm) według metodyki SKURTC_h [10] w następujących punktach: w najgrubszym miejscu nad łopatką; na grzbiecie, między ostatnim kręgiem piersiowym a pierwszym kręgiem lędźwiowym; nad dogłową krawędzią przekroju mięśnia pośladkowego średniego (krzyż I); nad środkiem przekroju mięśnia pośladkowego średniego (krzyż II); nad doogonową krawędzią przekroju mięśnia pośladkowego średniego (krzyż III). Na podstawie wyników z pięciu wymienionych pomiarów, obliczano średnią grubość słoniny grzbietowej.

Na podstawie uzyskanych danych dokonywano analizy wielkości ubytków chłodniczych masy tuszy w zależności od:

- masy tuszy ciepłej - w obrębie 4 grup wagowych ($\leq 69,9$ kg; 70 - 79,9 kg; 80 - 89,9 kg; ≥ 90 kg),
- średniej grubości słoniny - w obrębie 2 przedziałów średniej grubości słoniny (≤ 24 mm i ≥ 25 mm),

– płci świń (wieprzki i loszki).

Wyniki badań opracowano statystycznie w programie komputerowym Statistica wersja 9.0 [13]. W obliczeniach zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji w układach: płeć \times masa tuszy ciepłej, średnia grubość słoniny \times masa tuszy ciepłej. W pracy obliczano także współczynniki korelacji prostej (r) między wielkością ubytków chłodniczych masy tuszy i pozostałymi cechami analizowanymi w badaniach. Statystyczną istotność różnic między wartościami średnimi grup weryfikowano wielokrotnym testem rozstępu Duncana.

Wyniki i dyskusja

Wykonana analiza wariancji nie wykazała statystycznej istotności interakcji między płcią i masą tuszy ciepłej tuczników. W związku z tym uzyskane wyniki omówiono oddzielnie, z uwzględnieniem wymienionych czynników doświadczalnych.

Wpływ masy tuszy tuczników na wielkość ubytków chłodniczych

Średnia masa tuszy ciepłej tuczników w kolejnych grupach wagowych wzrastała o około 10 kg (tab. 1). Wartość odchylenia standardowego wahała się od 2,64 kg w grupie tusz o masie 70 - 79,9 kg do 4,21 kg w grupie tusz najlżejszych ($\leq 69,9$ kg).

Na podstawie różnic między masą tuszy ciepłej i tuszy zimnej obliczono wartości procentowych ubytków masy tusz powstałych w czasie ich poubojowego wychładzania (tab. 1). Największe średnie wartości tego wskaźnika stwierdzono w grupie tusz o masie $\leq 69,9$ kg (2,27 %) oraz 70,0 - 79,9 kg (2,28 %). Wraz ze wzrostem masy tuszy ciepłej powyżej 80 kg obserwowano tendencję do zmniejszania się strat masy tuszy w czasie wychładzania. W grupie tusz o masie 80,0 - 89,9 kg wynosiły one 2,19 %, a w obrębie tusz o masie ≥ 90 kg - 1,98 %. Z przedstawionych danych wynika, że różnica między największą i najmniejszą średnią wartością analizowanego wskaźnika wyniosła 0,3 %. Nie wykazano statystycznie istotnej ($P > 0,05$) różnicy między wartościami średnimi w przypadku tusz z poszczególnych grup wagowych.

W badaniach przeprowadzonych przez Czyżak [3] ubytki chłodnicze masy tusz tuczników kształtowały się na nieznacznie wyższym poziomie od stwierdzonego w badaniach własnych. Cytowana autorka stwierdziła, że największe straty masy tusz wystąpiły w obrębie najlżejszych tusz loszek, tj. w przedziale wagowym 50,1 - 60 kg oraz to, że zmniejszały się one w miarę zwiększania się masy tusz, osiągając minimum (2,02 %) przy ich masie >90 kg, wobec średniej całej populacji wynoszącej 2,41 %. Inaczej przedstawiały się straty chłodnicze masy tusz wieprzków. Największe wystąpiły w przedziale wagowym 70,1 - 80 kg (2,44 %), a najmniejsze w przedziale >90 kg (1,86 %), przy wartości średniej całej populacji badanych tusz wieprzków wynoszącej 2,31 %.

Tabela 1

Wyniki oceny badanych cech tuszy w zależności od masy tuszy ciepłej tuczników.
Analysis of selected carcass parameters depending on hot carcass weight of fatteners.

Cecha Parameter	Miara stat. Stat. meas.	Czynnik doświadczalny Experimental factor						Statystyczna istotność interakcji Statistical significance of interaction			
		Masa tuszy Carcass weight (A)				Płeć Sex (B)		Średnia grubość stoiny Average of back fat thickness (C)			
		≤ 69,9 kg n=86	70-79,9 kg n=135	80-89,9 kg n=103	≥ 90 kg n=41	loszki (gilts) n=155	wieprzki (hogs) n=210	< 24 mm n=276	> 25 mm n=89	A x B	A x C
Masa tuszy ciepłej [kg] Hot carcass weight	\bar{X} s	63,05 4,21	75,50 2,64	84,28 2,84	94,49 2,78	74,69 9,79	79,01** 10,30	75,46 10,08	82,49** 9,14	ns	**
Masa tuszy zimnej [kg] Cold carcass weight	\bar{X} s	61,61 4,07	73,78 2,59	82,43 2,83	92,63 2,75	73,01 9,63	77,28** 10,14	73,78 9,90	80,71** 9,04	ns	**
Ubytek masy tuszy [%] Carcass weight loss	\bar{X} s	2,27 0,46	2,28 0,37	2,19 0,41	1,98 0,23	2,25 0,42	2,19 0,39	2,23 0,39	2,18 0,44	ns	**
Grubość stoiny nad łopatką [mm]	\bar{X} s	29,10 5,51	31,16 5,62	33,32 6,77	38,46 7,36	30,45 6,10	33,33** 6,88	29,69 4,99	39,60** 5,73	ns	ns
Grubość stoiny na grzbiecie [mm]	\bar{X} s	14,81 3,98	16,71 5,56	18,65 4,72	23,00 5,78	16,45 5,69	18,30** 5,31	15,63 4,40	23,38** 4,53	ns	ns

Grubość słoniny na I krzyżu [mm] Thickness of fat on loin I	\bar{X} s	20,76 5,13	22,11 6,24	24,91 5,58	27,61 7,47	21,54 6,02	24,43** 6,31	20,73 4,52	30,85** 4,90	ns	ns
Grubość słoniny na II krzyżu [mm] Thickness of fat on II loin II	\bar{X} s	12,03 4,71	13,35 5,36	15,23 4,87	19,39 8,78	12,50 5,04	15,54** 6,27	11,89 3,83	21,57** 5,44	ns	**
Grubość słoniny na III krzyżu [mm] Thickness of fat on loin III	\bar{X} s	19,49 5,53	21,16 6,98	22,46 5,70	28,12 9,04	20,15 6,30	23,21** 7,24	19,21 4,89	30,28** 5,91	ns	ns
Średnia grubość słoniny z 5 pomiarów [mm] Mean thickness value of fat calculated based on 5 measurements taken	\bar{X} s	19,25 4,30	20,92 5,11	22,91 4,58	27,07 6,68	20,24 4,95	22,92** 5,59	19,44 3,49	29,02** 4,00	ns	ns

** - $P \leq 0,01$; * - $P \leq 0,05$; ns - $P > 0,05$

W przeprowadzonych badaniach wraz ze wzrostem masy tusz następowało zwiększanie się ich otluszczenia (tab. 1), co jest zgodne z wynikami badań przeprowadzonych m.in. przez Czyżak [3] oraz Gejdela i Korzeniowskiego [4]. Charakterystyczne przy tym było to, że wyraźny wzrost średniej grubości słoniny miał miejsce w grupie tusz najcięższych, tj. o masie ≥ 90 kg. Wyniki te mogą być zatem wytłumaczeniem stwierdzonego w badaniach zjawiska zmniejszonych ubytków masy tusz z tej grupy wagowej w trakcie poubojowego wychładzania. Jak podaje Renk [9], w tuszach cięższych gruba warstwa słoniny, a także mniejszy stosunek powierzchni mięsa do jego masy ograniczają ubytki chłodnicze.

Wpływ płci tuczników na wielkość ubytków chłodniczych masy tusz

Przeprowadzone badania wykazały statystycznie istotny wpływ płci tuczników na masę i otluszczenie tusz (tab. 1). Większą masą ($P \leq 0,01$) oraz grubością słoniny ($P \leq 0,01$) charakteryzowały się tusze wieprzków. Należy jednak podkreślić, że mimo statystycznej istotności, różnice między średnią grubością słoniny w badanych punktach pomiarowych tusz były małe i wynosiły ok. 2 - 3 mm. Stwierdzone w badaniach tendencje do większego otluszczenia tusz wieprzków w porównaniu z tuszami loszek są zgodne z wynikami badań innych autorów [7, 8]. Stosunkowo niewielka różnica grubości słoniny objętych badaniami tusz wieprzków i loszek była prawdopodobnie jednym z powodów bardzo małej różnicy między średnimi wartościami ubytków chłodniczych masy tusz (0,06 %) (tab. 1). Wiadomo bowiem, że wielkość ubytków chłodniczych jest ujemnie skorelowana z grubością słoniny [9].

Wpływ otluszczenia (grubości słoniny) i masy tusz na wielkość ubytków chłodniczych

Wśród 365 tusz zdecydowaną większość stanowiły tusze o średniej grubości słoniny ≤ 24 mm (276 sztuk) (tab. 1). Średnia grubość słoniny w poszczególnych punktach pomiarowych tusz była o około 10 mm większa w grupie tusz zaliczonych w przeprowadzonych badaniach do tusz o większym otluszczeniu (≥ 25 mm).

Stwierdzono, że tusze o grubości słoniny ≤ 24 mm odznaczały się zdecydowanie mniejszą masą tuszy ciepłej i zimnej w porównaniu z tuszami o grubości słoniny ≥ 25 mm (tab. 1), co zostało potwierdzone statystycznie ($P \leq 0,01$). Różnica między średnią masą tusz z tych dwóch grup wynosiła około 7 kg. Ponadto wykazano dużą zmienność masy tusz w obrębie obu grup tusz o różnym otluszczeniu.

Średnie wartości ubytków masy tusz o grubości słoniny ≤ 24 mm i ≥ 25 mm wynosiły odpowiednio 2,23 % i 2,18 % ($P > 0,05$) (tab. 1). Należy przy tym zwrócić uwagę na stosunkowo wysokie wartości odchylenia standardowego (około 0,4 %) analizowanej cechy w porównywanych grupach tusz.

Analiza wariancji wykazała statystyczną istotność interakcji między otluszczeniem i masą tusz tuczników w obrębie takich cech, jak: masa tuszy ciepłej, masa tuszy

zimnej, grubość słoniny zmierzona nad środkiem przekroju mięśnia pośladowego średniego (krzyż II) oraz ubytki masy tuszy w czasie wychładzania (tab. 1). Szczegółowa analiza wyników w podgrupach (tab. 2) wykazała, że największymi ubytkami masy (2,55 %) charakteryzowały się tusze o masie $\leq 69,9$ kg i grubości słoniny ≥ 25 mm. Należy podkreślić, że do grupy tej zaliczono tylko 8 tusz, a wartość odchylenia standardowego analizowanej cechy wynosiła 0,89 % i była ponad 2 - 3-krotnie większa od stwierdzonej w pozostałych grupach. Najmniejsze ubytki masy (1,96 - 1,99 %) stwierdzono w podgrupach tusz najcięższych (≥ 90 kg), niezależnie od średniej grubości słoniny.

Stwierdzone średnie wartości ubytków masy tusz wieprzowych w czasie poubojowego wychładzania kształtowały się na wyższym poziomie w porównaniu z wynikami innych badań. Gejdel i Korzeniowski [4] dowiedli, że wraz ze wzrostem masy tusz oraz stopnia ich otluszczenia, przy równoczesnym zmniejszeniu ich umięśnienia, następowało zmniejszenie ubytków z 1,95 % w grupie tusz zaliczonych do klasy E (o średniej mięsności 56,96 % i masie 75,71 kg) do 1,44 % w grupie tusz zaliczonych do klasy P (o średniej mięsności 38,98 % i masie 87,28 kg). Średnia wielkość ubytków masy tuszy w warunkach zastosowanego przez cytowanych badaczy systemu szybko dwufazowego wychładzania tusz (od -10 do -15 °C przez 3 - 5 h, przy przepływie powietrza ok. 2 m/s, a następnie konwencjonalne wychładzanie w temp. ok. 0 °C, przy przepływie powietrza 0,2 - 0,5 m/s, do 16 - 20 h *post mortem*) wynosiła 1,64 %. Ubytki masy tusz wieprzowych na poziomie 1,9 - 2 %, a więc zbliżonym do obserwowanego przy konwencjonalnym systemie wychładzania [11, 14], stwierdzili van der Wal i wsp. [17], stosując szybką metodę wychładzania tusz (-5 °C przez 2 h, przy przepływie powietrza 1, 2 i 4 m/s, a następnie dalszym wychładzaniu metodą konwencjonalną, tj. w temp. 0 - 4 °C, przy przepływie powietrza 0,5 m/s, do 24 h *post mortem*). Jedną z prawdopodobnych przyczyn, stwierdzonych w badaniach własnych, większych średnich ubytków masy tuszy w warunkach zastosowania szybkiego dwufazowego wychładzania tusz, w porównaniu z podawanymi w cytowanej literaturze, mogła być obniżona wilgotność powietrza w komorze chłodniczej. Jak podają James i Beiley [6], przy redukcji wilgotności względnej powietrza w komorze z 95 do 80 % obserwowano zwiększenie ubytków masy tuszy o 0,5 %, co było konsekwencją zwiększonego parowania wody z mokrej powierzchni tuszy. Stwierdzone różnice między średnią wielkością ubytków masy tusz w badaniach własnych i w badaniach cytowanych badaczy mogły również wynikać z faktu, że średnia masa tuszy cieplej świń objętych badaniami własnymi była wyraźnie mniejsza. W konsekwencji charakteryzowały się one większym stosunkiem powierzchni mięsa do jego masy, który jest dodatnio skorelowany z wielkością ubytków chłodniczych.

Współczynniki korelacji prostej (r) między badanymi cechami tusz i wielkością ubytków chłodniczych

W odniesieniu do całej badanej populacji tusz świń stwierdzono, że spośród wykonanych pomiarów grubości słoniny, najwyżej z ubytkami masy tuszy był skorelowany pomiar na III krzyżu ($r = -0,18$, $P \leq 0,01$), a najniżej grubość słoniny zmierzona nad łopatką ($r = -0,07$) (tab. 3). Na zbliżonym poziomie kształtowały się wartości współczynników korelacji między ubytkami masy a: grubością słoniny na grzbiecie ($r = -0,13$, $P \leq 0,01$), na I krzyżu ($r = -0,11$, $P \leq 0,05$), na II krzyżu ($r = -0,12$, $P \leq 0,05$) i średnią grubością słoniny z pięciu pomiarów ($r = -0,14$, $P \leq 0,01$). Najwyższą wartość współczynnika korelacji prostej stwierdzono między ubytkami masy tuszy a masą tuszy cieplej ($r = -0,20$, $P \leq 0,01$) (tab. 2).

Tabela 2

Wyniki oceny badanych cech tusz w zależności od średniej grubości słoniny i grupy wagowej tusz.
Analysis of selected carcass parameters depending on mean thickness value of fat and weight group of carcasses.

Cecha Parameter	Miara stat. Stat. meas.	Średnia grubości słoniny x masa tuszy cieplej Mean value of back fat thickness ^x x hot carcass weight ^{xx}								Statystyczna istotność różnic między średnimi grup Statistical signifi- cance of differ- ences between means for groups
		I x A n=78 (1)	I x B n=105 (2)	I x C n=74 (3)	I x D n=19 (4)	II x A n=8 (5)	II x B n=30 (6)	II x C n=29 (7)	II x D n=22 (8)	
Masa tuszy cieplej [kg] Hot carcass weight	\bar{X} s	62,67 4,21	75,51 2,74	83,90 2,64	94,80 2,85	66,68 1,92	75,45 2,29	85,23 3,17	94,23 2,76	4,8>1,2,3,5,6,7** 3,7>1,2,5,6** 2,5,6>1** 6>5**
Masa tuszy zimnej [kg] Cold carcass weight	\bar{X} s	61,27 4,08	73,76 2,68	82,08 2,67	92,94 2,77	64,98 2,01	73,83 2,29	83,32 3,07	92,35 2,77	4,8>1,2,3,5,6,7** 3,7>1,2,5,6** 2,5,6>1** 6>5**
Ubytek masy tuszy [%] Carcass weight loss	\bar{X} s	2,24 0,39	2,32 0,37	2,17 0,41	1,96 0,23	2,55 0,89	2,15 0,34	2,24 0,40	1,99 0,24	5>1,3,4,6,7,8**,2* 4,8<2**,1,7*
Grubość słoniny na II krzyżu [mm] Back fat thick- ness on II loin	\bar{X} s	11,09 3,81	11,40 3,97	13,36 3,43	12,11 3,13	21,25 1,67	20,17 3,79	20,00 4,77	25,68 7,0,1	1,2,3,4<5,6,7,8** 5,6,7<8**

^x/ średnia grubość słoniny /mean value of back fat thickness : I – < 24 mm, II > 25 mm;

^{xx}/ masa tuszy cieplej / hot carcass weight: A – ≤ 69,9 kg, B – 70-79,9 kg, C – 80-89,9 kg, D – ≥ 90 kg

** - $P \leq 0,01$; * - $P \leq 0,05$

Tabela 3

Współczynniki korelacji prostej (r) między ubytkami chłodniczymi masy tuszy a pozostałymi analizowanymi cechami.

Coefficients of direct correlation (r) between weight losses during carcass chilling and other parameters analyzed.

Wyszczególnienie Specification	Grupa Group	Masa tuszy ciepłej [kg] Hot carcass weight	Grubość słoniny nad łopatką [mm] Thickness of fat over shoulder	Grubość słoniny na grzbiecie [mm] Thickness of fat on back	Grubość słoniny na I krzyżu [mm] Thickness of fat on loin I	Grubość słoniny na II krzyżu [mm] Thickness of fat on loin II	Grubość słoniny na III krzy- żu [mm] Thickness of fat on loin III	Grubość słoniny średnia z 5 pomiarów [mm] Mean value of fat thickness based on 5 measurements
Ubytek masy tuszy [%] Carcass weight loss [%]	W+L	-0,20**	-0,07	-0,13**	-0,11*	-0,12*	-0,18**	-0,14**
	W	-0,21**	-0,04	-0,14*	-0,14*	-0,17*	-0,26**	-0,17*
	L	-0,15	-0,08	-0,11	-0,02	0,00	-0,03	-0,06

** - $P \leq 0,01$; * - $P \leq 0,05$; W – wieprzki / hogs; L – loszki / gilts

Obliczenia wykonane z uwzględnieniem płci tuczników wykazały zdecydowanie mniejsze współzależności między analizowanymi cechami w obrębie tusz loszek (tab. 3). Najwyższa wartość współczynnika korelacji prostej w przypadku loszek wyniosła $r = -0,15$ ($P \leq 0,05$) i charakteryzowała ona zależność między ubytkami masy tuszy i masą tuszy ciepłej. W przypadku tusz wieprzków najwyższy współczynnik korelacji stwierdzono między ubytkami chłodniczymi masy tusz i grubością słoniny na III krzyżu ($r = -0,26$, $P \leq 0,01$).

Wnioski

1. Wielkość ubytków chłodniczych masy tusz tuczników (loszek i wieprzków) była ujemnie skorelowana z masą tusz, a w przypadku tusz wieprzków również z ich otłuszczeniem. Należy podkreślić, że wyraźną tendencję do zmniejszania się strat masy tusz w czasie ich wychładzania obserwowano w grupie tusz o masie ciepłej powyżej 80 kg.
2. Nie stwierdzono istotnych zależności między płcią tuczników a wielkością ubytków chłodniczych masy tusz.

3. Uzyskane wyniki, dowodzące występowania ujemnej i statystycznie istotnej korelacji między masą tusz a ubytkami masy w czasie ich poubojowego wychładzania, wskazują na celowość uwzględniania tej zależności przy wprowadzaniu tusz do komór chłodniczych. W praktyce oznaczałoby to umieszczanie tusz o większej masie w komorach chłodniczych bliżej źródła zimna (wentylatorów nawiewowych).

Literatura

- [1] Borzuta K.: Wymagania przemysłu mięsnego dotyczące jakości żywca i mięsa wieprzowego. *Gosp. Mięs.*, 1989, **1**, 22-24.
- [2] Borzuta K.: Wpływ szybkości wychładzania poubojowego na niektóre cechy ilościowe i jakościowe mięsa wołowego. *Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tł.*, 1995/1996, **32/33**, 89-107.
- [3] Czyżak G.: Wpływ płci, masy i otluszczenia na wielkość ubytków masy w czasie poubojowego chłodzenia tusz świńskich. *Gosp. Mięs.*, 1992, **2**, 8-10.
- [4] Gejdel J., Korzeniowski W.: Ubytki masy tusz wieprzowych podczas poubojowego wychładzania w zależności od stopnia ich umięśnienia. *Acta Sci. Pol. Technologia Alimentaria*, 2003, **2**, 77-84.
- [5] Honikel K. O.: Biochemical and physico-chemical characteristics of meat quality. *Meat Technol.*, 1999, **40 (3-5)**, 105-123.
- [6] James S.J., Bailey C.: W: Recent advantages and developments in the refrigeration of meat by chilling. Session 3. Factors affecting the chilling rate of red meat and poultry. *Int. Inst. Refr. Commission C-2*. 1986. Bristol, UK, p. 105.
- [7] Kapelański W., Buczyński J. T., Bocian M.: Slaughter value and meat quality in the Polish native Złotnicka Spotted pig. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 2006, **24, Suppl. 1**, 7-13.
- [8] Karamucki T., Kortz J., Rybarczyk A., Gardzielewska J., Jakubowska M., Nataleczyk-Szymkowska W.: Zależność między mięsnością i masą tusz a udziałem w nich elementów cennych z uwzględnieniem stopnia ich otluszczenia oraz płci tuczników. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **4 (37) Supl.**, 204-213.
- [9] Renk B.: Aktuelle Gesichtspunkte für das abkühlen von Schlachttierkörpern. *Fleischwirtschaft*, 1978, **5**, 752-757.
- [10] Różycki M.: Doskonalenie mięsności ras świń hodowanych w Polsce. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 1999, **Supl.**, **3**, 55-63.
- [11] Savell J. W., Mueller S. L., Baird B. E.: The chilling of carcasses. *Meat Sci.*, 2005, **70 (3)**, 449-459.
- [12] Schwägele F.: Kühlung, Kühllagerung und Fleischreifung. *Chemische und physikalische Grundlagen - 2. Biochemische Vorgänge. Fleischwirtschaft*, 1999, **6**, 103-106.
- [13] StatSoft, Inc. 2009 - STATISTICA (data analysis software system), version 9.0. www.statsoft.com.
- [14] Tomović V.M., Petrović L.S., Džinić N.R.: Effects of rapid chilling of carcass and time of deboning on weight loss and technological quality of pork *semimembranosus muscle*. *Meat Sci.*, 2008, **80 (4)**, 1188-1193.
- [15] Troeger K.: Optimierte Strategie modern Kühlverfahren Schweineschlachttierkörpern. *Fleischwirtschaft*, 1999, **3**, 41-42.
- [16] Van der Wal P.G.: Kühlung von Schweineschlachttierkörpern und deren Auswirkung auf die Fleischqualität. *Fleischwirtschaft*, 1997, **9**, 769-771.
- [17] Van der Wal P.G., Engel B., van Beek G., Veerkamp C.H.: Chilling pig carcasses: effects on temperature, weight loss and ultimate meat quality. *Meat Sci.*, 1995, **40 (2)**, 193-202.

- [18] Wójcik Z.: Analiza skuteczności działania systemów ochładzania powietrza w komorach obróbki chłodniczej mięsa. *Chłodnictwo*, 1992, 2, 21-23.

**EFFECT OF PRE-SLAUGHTER FACTORS ON WEIGHT LOSSES OF PORK CARCASSES
DURING POST-SLAUGHTER CHILLING**

S u m m a r y

During the research conducted, the effect was analyzed of fatteners' sex and carcass weight & fatness on the weight loss during the post-slaughter chilling. It was found that the weight loss level during the carcass chilling was negatively correlated with the carcass weight of fatteners, and, in the case of the carcasses of hogs, also with their fatness. In the group of carcasses showing hot weights exceeding 80 kg, it was found a distinct tendency to lower weight loss during the chilling. No significant relationships were found between the sex of fattening pigs and the level of weight loss during the carcass chilling.

Key words: pork carcasses, chilling, weight loss ☒

MARIUSZ S. KUBIAK, MAGDALENA POLAK, URSZULA SIEKIERKO

ZAWARTOŚĆ B[a]P W RYNKOWYCH PRZETWORACH MIĘSNYCH

Streszczenie

Badania zawartości WWA w wyrobach mięsnych poddanych obróbce: wędzenia, smażenia i grillowania informują o poziomie zanieczyszczenia tych wyrobów wymienionymi związkami. W celu ograniczenia zanieczyszczenia żywności wyznaczono najwyższe dopuszczalne poziomy zawartości benzo(a)pirenu – B[a]P w niektórych środkach spożywczych zawierających tłuszcze i oleje oraz w żywności wędzonej. Jakościowe i ilościowe oznaczanie WWA w przetworach spożywczych, w tym mięsnych, prowadzi się wyłącznie metodami chromatograficznymi ze względu na śladowe ich zawartości.

Celem pracy było określenie poziomu zanieczyszczenia benzo(a)pirenem (B[a]P) wybranych rynkowych przetworów mięsnych poddanych tradycyjnej metodzie wędzenia. Przygotowanie próbek do oznaczenia benzo(a)pirenu obejmowało ekstrakcję frakcji lipidowej, zastosowanie techniki SEC do wydzielenia węglowodorów z tłuszczu i techniki wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją fluorescencyjną (HPLC/FLD). Spośród przebadanych wędzonych przetworów mięsnych aż 98 % prób odznaczało się zawartością benzo(a)pirenu poniżej dopuszczalnej ($5,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) zawartości w tego rodzaju żywności, co wskazuje m.in. na prawidłowo realizowany proces wędzenia.

Słowa kluczowe: przetwory mięsne wędzone, benzo(a)piren

Wprowadzenie

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) występują zarówno w środowisku naturalnym, jak i w artykułach spożywczych. Poziom zanieczyszczenia związkami WWA pochodzącymi ze źródeł naturalnych i stanowiący „naturalne tło” jest niewielki [30]. Głównym źródłem zanieczyszczenia są procesy przemysłowe, będące wynikiem działalności człowieka, jak emisja gazów i pyłów (szczególnie z przemysłu ciężkiego), pochodzących zwłaszcza z procesów spalania. Istotnymi źródłami uwalniania WWA do środowiska są: motoryzacja (spaliny samochodowe, ścieranie się opon) i dymy z kotłowni oraz pieców domowych. Jako naturalne źródła emisji wielo-

Dr inż. M. S. Kubiak, Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Wydz. Mechaniczny, Politechnika Koszalińska, ul. Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin, dr inż. n. wet. M. Polak, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Pl. Cieszyński 1, 10-957 Olsztyn, mgr inż. U. Siekierko, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego Oddział Technologii Mięsa i Tłuszczu, ul. Jubilerska 4, 04-190 Warszawa

pierścieniowych węglowodorów aromatycznych do środowiska należy wymienić: pożary lasów i erupcje wulkanów [17, 20].

Grupa WWA obejmuje kilkaset związków. Mogą one zawierać od dwóch do kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu pierścieni benzenowych połączonych ze sobą, co decyduje o zróżnicowanych właściwościach fizykochemicznych i toksycznych [14, 20].

Występowanie WWA w żywności jest spowodowane głównie zanieczyszczeniem środowiska i niektórymi technologicznymi procesami utrwalania żywności, jak wędzenie, smażenie lub grillowanie [17, 20]. Badania zawartości WWA w produktach poddanych takim obróbkom informują o poziomie zanieczyszczenia tymi związkami w poszczególnych grupach wyrobów mięsnych [2, 7, 16].

Międzynarodowa Agencja do Badań nad Rakiem (IARC) gromadzi informacje o właściwościach biologicznych WWA [1, 2, 8, 18]. Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (EPA) na podstawie zebranych informacji utworzyła listę 16 WWA najczęściej oznaczanych w próbkach pobranych ze środowiska oraz w próbkach żywności [22]. Osiem z nich ma negatywne oddziaływanie na organizm człowieka [5, 6, 9, 13, 17, 18]. Najlepiej poznanym węglowodorem z grupy WWA jest benzo(a)piren – B[a]P, który ze względu na udowodnione właściwości rakotwórcze oraz powszechność występowania w środowisku uznany został za wskaźnik poziomu skażenia całej grupy WWA [2, 5, 13, 18, 19, 26, 31].

W celu ograniczenia zanieczyszczenia żywności wyznaczono najwyższe dopuszczalne poziomy zawartości benzo(a)pirenu w niektórych środkach spożywczych zawierających tłuszcze i oleje oraz w żywności wędzonej [31]. Zgodnie z rozporządzeniem Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. [23], które określa najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych, zawartość B[a]P w produktach mięsnych wędzonych, tkance mięśniowej ryb wędzonych i w skorupiakach nie może przekraczać $5,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, a w olejach jadalnych nie powinna być wyższa niż $2,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast w produktach dla dzieci $1,0 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Regulacje UE limitują również zawartość benzo(a)pirenu – B[a]P i benz(a)antracenu – B[a]A w preparatach dymów wędzarniczych, których zawartość nie może przekraczać odpowiednio $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ B[a]P i $20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ B[a]A [12, 13, 17, 18, 21, 25].

Z kolei w rozporządzeniu WE nr 333/2007 z 28 marca 2007 r., uzupełnionym dyrektywą Komisji nr 2005/10/WE z dnia 4 lutego 2005 roku [24], sformułowano wymagania i kryteria sprawności, jakie muszą spełniać metody analityczne stosowane do oznaczania związków WWA. Należą do nich m.in.: specyficzność metody, granica wykrywalności nie mniejsza niż $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, granica oznaczalności nie mniejsza niż $0,9 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, odzysk w zakresie 50 - 120 %.

Celem pracy było określenie zanieczyszczenia benzo(a)pirenem wybranych rynkowych przetworów mięsnych poddanych wędzeniu w warunkach przemysłowych.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły rynkowe wędzone przetwory mięsne dostępne w sieciach handlowych (supermarkety), pochodzące od jednego producenta. Badane próbki podzielono na trzy grupy asortymentowe: wędzonki – szynka, boczek, polędwica; kiełbasy wędzone – kabanosy, senatorska, jałowcowa; produkty drobiowe – wędzona pierś z kurczęcia i wyroby homogenizowane (parówki). Do oznaczeń pobierano próbki z części wewnętrznej wyrobów, jak również z części zewnętrznej, którą stanowiła: okrywa mięsna, np.: szynki, osłonka naturalna batonów kiełbas wraz z wierzchnią częścią farszu, skóra z produktów drobiowych wraz z wierzchnią częścią mięsna piersiowego.

Do oznaczania B[a]P stosowano następujące odczynniki i wzorce: acetonitryl (ACN), dichlorometan (DCM), chloroform i metanol – (HPLC) firmy Labscan (Dublin, Irlandia), benzo(b)chryzen – B[b]Ch firmy Ehrenstorfer GmbH (Niemcy) ($10 \text{ ng} \cdot \mu\text{l}^{-1}$ ACN), benzo(a)piren – B[a]P firmy Standard Reference Material 1647d-NIST ($4,91 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$). Pozostałe odczynniki były klasy „czysty do analiz”. Wodę oczyszczano systemem Milli-Q (Millipore, Bedford, USA).

Do ilościowej analizy B[a]P stosowano mieszaninę wzorców i standardu wewnętrznego w acetonitrylu o stężeniu: B[a]P ($49,1 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$) i B[b]Ch ($50 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$) oraz roztwór wzorca wewnętrznego B(b)Ch w acetonitrylu o stężeniu $50 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$.

Do izolacji frakcji węglowodorowej z wyekstrahowanego tłuszczu stosowano: chromatograf preparatywny z automatycznym dozownikiem próbek ASI-100, gradientową pompę chromatograficzną wraz z odgazowywaczem P-580, detektor fotometryczny z matrycą diodową UVD-340S, uniwersalny łącznik chromatograficzny UCI-100 (Dionex-Softron, Germering, Niemcy), kolektor frakcji Foxy Jr. Fraction Collector (Isco, Lincoln, USA), kolumnę wykluczania sterycznego – Plgel na złożu PS/DVB, $5 \mu\text{m}$, 50 \AA , $600 \times 7,8 \text{ mm i.d.}$, wraz z przedkolumną (Polymer Laboratories, Amherst, USA). Przebieg analiz kontrolowany był przez program Chromleon v. 6.20 (Dionex-Softron, Germering, Niemcy).

Ilościowe oznaczenie B[a]P wykonywano przy użyciu chromatografu Agilent serii 1100, wyposażonego w próżniowy odgazowywacz próbek G-1322A, automatyczny dozownik próbek G-1313A, pompę czterokanałową G-1311A, termostat kolumny G-1316A, detektor fluorymetryczny z możliwością przemiatania widm G-1321A (Agilent Technologies, Palo Alto, USA), kolumnę z przedkolumną Hypersil Green PAH, $5 \mu\text{m}$, $250 \times 3 \text{ mm i.d.}$ (Thermo Electron Corporation, Runcorn, USA). Przebieg analiz kontrolowany był przez program Chem Station LC 3D (Agilent Technologies, Palo Alto, USA).

Do szklanych probówek odważano 1 g uprzednio zhomogenizowanej próbki, dodawano wzorca wewnętrznego $100 \mu\text{l}$ B[b]Ch ($50 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$), a następnie 1,5 ml metanolu. Próbki wytrząsano za pomocą urządzenia typu Vortex przez 1 min, następnie do-

dawano 3 ml chloroformu i 1,5 ml wody. Całość wytrząsano ponownie przez 3 min, a następnie wirowano przez 10 min przy 10 000 obr./min. Roztwór chloroformowy zawierający frakcję lipidową WWA sączono do próbki (10 ml) przez bibułę Whatman nr 4. Próbkę ponownie ekstrahowano 3 ml chloroformu, wytrząsano za pomocą urządzenia typu Vortex przez 3 min, następnie wirowano przez 10 min przy 10 000 obr./min. Frakcję chloroformową ponownie filtrowano przez sączek. Połączone frakcje chloroformowe odparowywano do sucha w strumieniu azotu w łaźni wodnej (40 °C). Pozostałość rozpuszczano w 4 ml dichlorometanu. Tak przygotowane ekstrakty próbek poddawano oczyszczaniu z wykorzystaniem chromatografii preparatywnej wykluczenia sterycznego (SEC) [3, 15, 27, 28, 29].

Etap oczyszczania z wykorzystaniem chromatografii preparatywnej wykluczenia sterycznego (SEC) wykonywano w warunkach izokratycznych z zastosowaniem fazy ruchomej – dichlorometanu (DCM) o prędkości przepływu $1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$. System detekcji stanowił detektor UV dokonujący pomiaru przy długości fali $\lambda = 254 \text{ nm}$. Przygotowany ekstrakt próbki w dichlorometanie w ilości 400 μl poddawano oczyszczaniu. Eluent zbierano w kolektorze frakcji, a następnie odparowywano do sucha w strumieniu azotu w łaźni wodnej (40 °C). Suchą pozostałość rozpuszczano w 200 μl ACN [27, 28, 29]. Tak przygotowane próbki nanoszono na szczyt kolumny chromatograficznej aparatu HPLC/FLD.

Tabela 1

Program gradientowy fazy ruchomej (H₂O/ACN).
Mobile phase (H₂O/ACN) gradient.

Czas / Time [min]	ACN [%]	Woda / Water [%]
0	50	50
20	100	0
35	100	0
45	50	50

Oznaczanie B[a]P wykonywano stosując program gradientowy fazy ruchomej woda/acetonytryl. Próbkę nanoszono przy składzie fazy ruchomej 50 : 50 (tab. 1). Stężenie acetonytrylu w ciągu 20 min wzrastało do 100 %, które utrzymywano przez 15 min, a następnie powracano do warunków początkowych (50 : 50) [27, 28, 29]. Prędkość przepływu fazy ruchomej wynosiła $0,8 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, temp. 25 °C. Objętość nanoszonej próbki wynosiła 20 μl . Kolumnę termostatowano w temp. 25 °C. Na podstawie czasu retencji B[a]P i B[b]Ch ustalono optymalne warunki pracy detektora fluorescencyjnego:

B[a]P – λ_{ex} 256 nm, λ_{em} 446 nm;

B[b]Ch – λ_{ex} 295 nm, λ_{em} 410 nm.

Zawartości B[a]P – benzo(a)pirenu obliczano z równania:

$$\frac{A_{\text{B[a]P}}}{A_{\text{is}}} C_{\text{B[a]P}} = M \cdot k,$$

gdzie:

$C_{\text{B[a]P}}$ - zawartość benzo(a)pirenu w próbce [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$],

$A_{\text{B[a]P}}$ - powierzchnia pików benzo(a)piranu [jednostki detektora],

A_{is} - powierzchnia pików standardu wewnętrznego [jednostki detektora],

M - stężenie dodanego wzorca [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$],

k - współczynnik korekcyjny.

Wyniki i dyskusja

Wyniki z przeprowadzonych analiz przedstawiono jako średnie zawartości B[a]P w poszczególnych grupach mięsnych produktów wędzonych, zarówno w części środkowej, jak i zewnętrznej (tab. 2).

Udział badanych próbek przetworów mięsnych wędzonych pobranych z części środkowej i zewnętrznej w poszczególnych zakresach zawartości B[a]P różnił się od siebie w zależności od analizowanego asortymentu. Z 446 przebadanych próbek wyrobów mięsnych wędzonych w 144 próbkach oznaczony poziom zawartości B[a]P był poniżej limitu wykrywalności (tj. $0,30 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) zarówno w próbkach pobranych z części środkowej, jak i zewnętrznej. Największy udział w tym zakresie stanowiły próbki pobrane z piersi kurczęcia i parówek drobiowych (w sumie 46 próbek). Kolejny poziom zawartości B[a]P powyżej $0,30 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $1,00 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, który został ustalony przez autorów, stanowiły aż 142 próbki ze wszystkich przebadanych asortymentów. Również w tym zakresie największy udział próbek dotyczył grupy produktów drobiowych (łącznie 60 próbek). Wyroby drobiowe wędzone odznaczały się najniższą koncentracją B[a]P zarówno w środkowej, jak i zewnętrznej części produktów. Do pozostałych dwóch zakresów, które były jednak ustalone poniżej dopuszczalnego limitu $5,00 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, zaliczono łącznie po 76 i 70 próbek wszystkich wyrobów mięsnych wędzonych. Jedynie w grupie wędzonek (boczek wiejski) stwierdzono przekroczenie dopuszczalnej maksymalnej zawartości B[a]P w części zewnętrznej ($7,42 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) i w części środkowej ($6,30 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) próbek. Pozostałe próby przebadanych przetworów mięsnych, pod względem zawartości B[a]P w części środkowej i zewnętrznej, mieściły się w granicach maksymalnej dopuszczalnej zawartości ($5,00 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) tego związku, określonej w rozporządzeniu WE [23].

T a b e l a 2

Średnia zawartość B[a]P w produktach mięsnych wędzonych w warunkach przemysłowych [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$].Mean content of B[a]P in meat products smoked in industrial environment [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$].

Poziom zawartości B[a]P Level of B[a]P content	Wędzonki / Smoked product processed from cured meat						Kielbasy / Sausages						Produkty drobiowe / Poultry products																																			
	szynka / ham		boczek / bacon		połędwica / loin		kabanosy thin, dry smoked pork sausage called 'cabanos'		senatorska sausage called 'senatorska'		jałowcowa juniper sausage		piers kurczęcia chicken breast		wyroby homogeni- zowane (parówki) homogenized products (breakfast sausages)																																	
	część zewn. external part	część śrođ. internal part	część zewn. external part	część śrođ. internal part	część zewn. external part	część śrođ. internal part	część zewn. external part	część śrođ. internal part	część zewn. external part	część śrođ. internal part	część zewn. external part	część śrođ. internal part	część zewn. external part	część zewn. external part	część śrođ. internal part																																	
	n = 56												n = 54												n = 52												n = 54											
Średnia zawartość B[a]P w produktach mięsnych wędzonych [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$] / Mean content of B[a]P in smoked meat products [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]																																																
< 0,30	0,30 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,43 ± 0,10	0,33 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,35 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,41 ± 0,02	0,30 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,29 ± 0,00	0,27 ± 0,00	0,30 ± 0,01	0,28 ± 0,00																															
0,30÷0,99	0,81a ± 0,11	0,63A ± 0,16	0,93b ± 0,04	0,79B ± 0,07	0,87a ± 0,06	0,58A ± 0,13	0,89a ± 0,06	0,70A ± 0,20	0,74b ± 0,03	0,62B ± 0,17	0,90a ± 0,03	0,69C ± 0,17	0,71a ± 0,08	0,46A ± 0,06	0,49b ± 0,03	0,38A ± 0,03																																
1,00÷2,99	2,58a ± 0,48	2,03A ± 0,08	2,81b ± 0,09	2,11A ± 0,18	2,76b ± 0,14	1,62C ± 0,35	2,56a ± 0,26	1,37A ± 0,39	2,81b ± 0,09	2,12B ± 0,40	2,92c ± 0,04	2,27B ± 0,62	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.																																
3,00÷4,99	4,17a ± 0,60	3,22A ± 0,14	4,92b ± 0,05	4,36B ± 0,43	3,98a ± 0,32	3,18C ± 0,10	3,72a ± 0,12	3,24A ± 0,08	3,51b ± 0,05	3,38A ± 0,06	4,78c ± 0,09	4,06B ± 0,61	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.																																
> 5,00	n.w. n.d.	n.w. n.d.	7,42 ± 0,29	6,30 ± 0,24	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.	n.w. n.d.																																

Objaśnienia: Explanatory notes:

a-A, b-B, c-C – wartości oznaczone różnymi literami przy części środkowej i zewnętrznej produktów (wiersz w danej grupie produktów) różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$ / values marked with different letters at the internal and external part of products (line in the given product group) differ statistically significantly at $\alpha = 0,05$; n.w. – nie wykryto / n.d. – not detected.

We wszystkich zakresach zawartości B[a]P, próbki pobrane z części zewnętrznej wyrobów, ze wszystkich grup asortymentowych, wykazały większą koncentrację tego związku w porównaniu z próbkami analizowanymi z części środkowej, co jest wynikiem adsorpcji cząstek dymu na powierzchni wędzonych produktów, a w mniejszym stopniu ich wnikania w głąb wyrobów. Podkreślić należy, niezależnie od analizowanej grupy produktów oraz ich części, zewnętrznej czy też środkowej, że zawartość benzo(a)pirenu była znacząco mniejsza od dopuszczalnego limitu ustanowionego dla grupy produktów mięsnych wędzonych.

Problematyka zanieczyszczenia wyrobów mięsnych wędzonych związkami z grupy WWA była przedmiotem innych publikacji, m.in. Ciecierskiej i Obiedzińskiego [4]. W badaniach nad wpływem wędzenia na zawartość 15 WWA w produktach mięsnych, Ciecierska i Obiedziński [4] stwierdzili, że produkty poddane wędzeniu tradycyjnemu odznaczały się wyższym poziomem zanieczyszczenia WWA. Natomiast niższym poziomem zanieczyszczenia związkami WWA odznaczały się produkty, które zostały poddane wędzeniu w sposób przemysłowy. Jednoznacznie autorzy wykazali, że wyroby poddane zarówno wędzeniu tradycyjnemu, jak i przemysłowemu odznaczają się zawartością benzo(a)pirenu istotnie mniejszą od dopuszczalnego limitu: $5,00 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, ustalonego w rozporządzeniu Komisji UE nr 208/2005 [22] grupy produktów mięsnych wędzonych. W badaniach Ciecierskiej i Obiedzińskiego [4] średnia zawartość B[a]P w części wewnętrznej poszczególnych produktów: szynki, polędwic parzonych, kiełbas średnio rozdrobnionych była poniżej $0,30 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Część zewnętrzna wyrobów (powierzchnia osłonki) również nie zawierała B[a]P powyżej dopuszczalnego limitu i wynosiła średnio $0,43 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Badacze nienieccy również potwierdzili, że w czasie wędzenia węglowodory mogą dyfundować do warstw wewnętrznych produktu, jednak większość z nich pozostaje w warstwach zewnętrznych, w szczególności skórce [11, 13]. Ciecierska i Obiedziński [4] wykazali znacznie mniejszą koncentrację WWA, w tym B[a]P niż autorzy niniejszego artykułu. Również w badaniach przeprowadzonych przez Jira [11] i Jankowskiego [10] koncentracja B[a]P w szynkach wędzonych została oznaczona na poziomie $0,61 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, co wskazuje, że limity dopuszczalnej zawartości B[a]P nie są przekraczane i świadczy to o bezpieczeństwie żywności wędzonej.

Główną przyczyną zróżnicowania wyników zawartości B[a]P w produktach wędzonych, przedstawionych w niniejszym artykule oraz w cytowanych doniesieniach naukowych, mogą wynikać z: różnic w zastosowanej technologii przeprowadzania procesu wędzenia, rodzaju i struktury zastosowanego drewna do wytworzenia dymu, jak również zadanych parametrów i rozprowadzenia mieszaniny dymu w samej komorze wędzarniczej. Konieczne więc jest monitorowanie żywności wędzonej pochodzenia zwierzęcego.

Wnioski

1. Zawartość benzo(a)pirenu w 98 % prób przebadanych produktów mięsnych wędzonych nie przekroczyła limitu $5,00 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, ustalonego w prawie żywnościowym Unii Europejskiej.
2. Udział badanych produktów mięsnych wędzonych w dwóch pierwszych zakresach zawartości B[a]P (poniżej $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $0,99 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) był przeważający (ponad 80 % próbek) w stosunku do udziału próbek w pozostałych zakresach koncentracji B[a]P.
3. Najmniejszą zawartością B[a]P charakteryzowały się produkty drobiowe wędzone, niezależnie od sortymentu, co uwarunkowane jest m.in. małym stopniem otluszczenia tego surowca.
4. Istotne różnice zawartości B[a]P wykazano pomiędzy zewnętrzną i środkową częścią próbek wyrobów wędzonych w poszczególnych grupach asortymentowych.

Praca naukowa finansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju na lata 2010-2013, jako projekt rozwojowy nr NR12 0125 10.

Literatura

- [1] ACGIH: Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati, OH, 1998.
- [2] Adonis M., Gil L.: Polycyclic aromatic hydrocarbons level and mutagenicity of inhalable particulate matter in Santiago, Chile. *Inhalation Toxicology.*, 2000, **12** (12), 1173-1183.
- [3] Christie W.W., Christie W.W. (Ed.): Preparation of lipid extracts from tissues. *Advances in Lipid Methodology – Two.* (edited by, Oily Press, Dundee), 1993, 195-213.
- [4] Ciecierska M., Obiedziński M.: Influence of smoking process on polycyclic aromatic hydrocarbons' content in meat products. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria.*, 2007, **6** (4), 17-28.
- [5] Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC), Discussion paper on polycyclic aromatic hydrocarbons contamination. 37th Session, The Hague, the Netherlands. 25-29 April 2005.
- [6] Environmental Protection Agency (EPA) of the United States of America, Compendium Method TO-13, EPA, Cincinnati, OH, USA, (<http://www.epa.gov/epahome/index>), 1981.
- [7] Garcia Falcon M.S., Gonzales Amigo S., Lage Yusty M.A., Lopez de Alda Villaizan M.J., Simal Lozano J.: Enrichment of benzo(a)pyrene in smoked food products and determination by high-performance liquid chromatography-fluorescence detection. *J. Chromat. A.* 1996, **753**, 207-215.
- [8] IARC Monographs on the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans vol. 32. Polynuclear Aromatic Compounds. Part 1. Chemical, Environmental and Experimental Data. Lyon 1983.
- [9] IARC Monographs, vol. 83/2009, www.monographs.iarc.fr/2009.
- [10] Jankowski P.S.: Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons contamination in chooses group foodstuff. PhD's dissertation. Gdynia Maritime University, 2004.
- [11] Jira W.: A GC/MS method for the determination of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in smoked meat products and liquid smokes. *Eur. Food Res. Technol.*, 2004, **218**, 208-212.

- [12] Jira W., Dijnovic J.: PAK in kaltgeraucherten serbische Fleischerzeugnissen. *Fleischwirtschaft*. 2008, **5**, 114-120.
- [13] Jira, W., Ziegenhals, K., Speer, K.: PAK in geräucherten Fleischerzeugnissen. Untersuchungen nach den neuen EU-Anforderungen. *Fleischwirtschaft*. 2006, **86 (10)**, 103-106.
- [14] Klimaszewska K.: Właściwości, występowanie i przemiany wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środowisku naturalnym. *Żywność, Żywnienie a Zdrowie*. 1999, **8**, 363-376.
- [15] Lage Yusty M. A., Cortizo Daviña J. L.: Supercritical fluid extraction and high-performance liquid chromatography-fluorescence detection method for polycyclic aromatic hydrocarbons investigation in vegetable oil. *Food Contamination*. 2005, **16**, 59-64.
- [16] Lijnsky W.: The formation and occurrence of polynuclear aromatic hydrocarbons associated with food. *Mutation Research*. 1991, **259**, 252-261.
- [17] Meador, J.P., Sommers F.C., Ylitalo G.M., Sloan C.A.: Altered growth and related physiological responses in juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) from dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Canadian J. Fish. Aquatic Sci.*, 2006, **63**, 2364-2376. <<http://www.nwfsc.noaa.gov/publications/displayallinfo.cfm?docmetadataid=6562>.
- [18] Mu Lee B., Ae Shim G.: Dietary exposure estimation of benzo[a]pyrene and cancer risk assessment. *J. Toxicol. Envir. Health, Part A*. 2007, **70, (15 - 16)**, 1391-1394.
- [19] Nisbet I.C.T., La Goy P.K.: Toxic equivalency factors (TEFs) polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Regulatory Toxicol. Pharmacol.*, 1992, **16**, 290-300.
- [20] Obiedziński M.: Wybrane zagadnienia zanieczyszczenia żywności wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA). *Post. Hig. Med. Dośw.*, 1985, **39**, 660-676.
- [21] Regulation (EC) No. 2065/2003 of the European Parliament and of the Council of 10 November 2003 on smoke flavourings used or intended for use in or on foods. *O. J. EU*, **L 309**.
- [22] Rozp. Komisji (WE) Nr 208/2005 z dn. 4 lutego 2005 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 466/2001 w odniesieniu do wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.
- [23] Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych, *Dz. Urz. UE* **L 364/5**.
- [24] Rozporządzenie Komisji (WE) NR 333/2007 z dnia 28 marca 2007 r. ustanawiające metody pobierania próbek i metody analiz do celów urzędowej kontroli poziomów ołowiu, kadmu, rtęci, cyny nieorganicznej, 3-MCPD i benzo[a]pirenu w środkach spożywczych. *Dz. Urz. UE*. **L 88/29**.
- [25] Šimko P.: Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat products and smoke flavouring food additives. *J. Chromat., B*. 2002, **770**, 3-18.
- [26] US-EPA Federal Register, Rules and Regulations. **49**. 209. method 610-Polynuclear Aromatic Hydrocarbons. Environmental Protection Agency. October 1984.
- [27] Węgrzyn E., Grzeškiewicz S., Popławska W., Głód B.K.: Modified analytical method for polycyclic aromatic hydrocarbons, using sec for sample preparation and RP-HPLC with fluorescence detection. Application to different food samples. *Acta Chromat.*, 2005, **17**, 233-249.
- [28] Węgrzyn E., Grzeškiewicz S., Popławska W., Głód B.K.: Improved RP-HPLC assay and preparative SEC for the analysis of eight carcinogenic PAHs in edible oils. *Tłuszcze Jadalne*. 2006, **XLI. 1/2**. 53-64.
- [29] Węgrzyn E., Grzeškiewicz S., Popławska W., Głód B.K.: Validation and estimation of uncertainty for the determination of PAHs using RP-HPLC with fluorescence detection and SEC for sample preparation. *Tłuszcze Jadalne*. 2007, **XLII. 1/2**. 61-71.
- [30] Wilk R., Szymczyk J., Zieliński Z.: *Ochrona Powietrza*. 1992, **6 (152)**, 135-138.
- [31] Yurchenko S., Mölder U.: The determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish by gas chromatography mass spectrometry with positive-ion chemical ionization. *J. Food Comp. Analysis*. 2005, **18**, 857-869.

CONTENT OF B[a]P IN PROCESSED MEAT PRODUCTS AVAILABLE ON THE MARKET

S u m m a r y

The determination analyses of PAHs contents in smoked, fried, and grilled meat products provide information on the level of PAHs contamination in those products. In order to reduce the contamination of food products, there were determined the highest permissible levels of benzo(a)pyrene (B[a]P) in foods containing certain fats and oils, as well as in smoked food products. The qualitative and quantitative determination analysis of PAHs in processed foods incl. meat is carried out using chromatographic methods exclusively since the PAHs occur in trace amounts. The objective of this study was to determine the level of contamination by benzo(a)pyrene (B[a]P) in some selected processed meat products smoked using a traditional smoking method and available on the market. The procedure of preparing samples for the determination of benzo(a)pyrene content comprised the following: extraction of lipid fraction, SEC (Size Exclusion Chromatography) technique to separate hydrocarbons from fat, and high-performance liquid chromatography with fluorescence detection (HCLP/FLD). As many as 98% of all the analyzed samples of smoked processed meat products were characterized by a content of benzo(a)pyrene that was below its permissible level set for the food products of this type; among other things, this fact proves that the smoking process was appropriately performed.

Key words: smoked processed meat products, benzo(a)pyrene ☒

KRZYSZTOF MŁYNEK

WPŁYW INTENSYWNOŚCI WZROSTU BUHAJÓW NA ZALEŻNOŚCI WYSTĘPUJĄCE POMIĘDZY OTŁUSZCZENIEM TUSZ I JAKOŚCIĄ KULINARNĄ MIĘSA

Streszczenie

Ważnym czynnikiem decydującym o zagospodarowaniu mięsa wołowego jest jego jakość kulinarna. Wiąże się ona między innymi z zawartością tłuszczu w tkance, barwą oraz możliwością zatrzymywania przez surowiec soku mięsnego. Zbyt niska jakość wołowiny wynika przede wszystkim z nieodpowiedniego żywienia, odbiegającego od potencjału genetycznego zwierząt, czego efektem jest najczęściej zbyt intensywne otłuszczenie tusz.

Celem pracy było określenie zależności występujących pomiędzy ilością tłuszczu odkładanego w tuszy a cechami przydatności kulinarnej mięsa wołowego oraz oszacowanie możliwości doskonalenia tych cech na podstawie badanych parametrów tusz. Łącznie, badania wykonano na 124 buhajach czarnobiałych (Cb) i mieszańcach towarowych. Intensywność otłuszczenia tusz oceniano w dwóch grupach o różnej intensywności wzrostu (IW). Wykazano, że większa intensywność wzrostu sprzyjała zmniejszeniu warstwy tłuszczu podskórnego (średnio o 0,5 cm), a tym samym umożliwiła zaliczenie tusz do kategorii EUROP o mniejszym otłuszczeniu (ocena otłuszczenia wyższa o 0,9 %). Sprzyjała ona również zmniejszeniu odkładaniu tłuszczu w wyrębach wartościowych (o 2,8 %). Najkorzystniej w tym względzie reagowały mieszańce towarowe. Na podstawie analizowanych cech jakościowych mięsa stwierdzono, że większa IW nie sprzyjała poprawie jego kruchości. Mięso ze zwierząt o małych przyrostach dobowych (G1) wykazywało kruchość 59,2 N/cm², a z intensywnie rosnących (G2) – 62,5 N/cm². Korzystny wpływ IW stwierdzono w przypadku udziału tłuszczu w mięsie oraz parametrów odpowiedzialnych za utrzymywanie soku mięsnego. Nie wykazano natomiast różnic pod względem barwy mięsa. Obliczono współczynniki korelacji pomiędzy cechami jakości kulinarnej wołowiny a: 1) grubością tłuszczu podskórnego ($r = \text{od } -0,264^* \text{ do } 0,806^{**}$), 2) otłuszczeniem tusz ocenianych metodą EUROP ($r = \text{od } 0,284^* \text{ do } 0,662^{**}$), 3) ilością tłuszczu w wartościowych wyrębach tuszy ($r = \text{od } 0,325^* \text{ do } 0,491^{**}$).

Wyniki badań wskazują na możliwość wykorzystania wskaźników związanych z otłuszczeniem tusz w celu poprawy jakości mięsa oraz uwzględnienia ich podczas prowadzenia opasu.

Słowa kluczowe: wołowina, tusza, intensywność wzrostu, otłuszczenie, jakość kulinarna mięsa

Wprowadzenie

Ważnym czynnikiem decydujących o możliwościach zagospodarowania mięsa wołowego jest odpowiednia jakość kulinarna, oczekiwana przez konsumenta. Wiąże się ona między innymi z kruchością, zawartością tłuszczu w tkance [13, 14, 24], barwą [23] oraz możliwościami zatrzymywania przez surowiec soków [25]. Niestety, niezadowalająca powtarzalność tych parametrów nadal jest problemem dla producentów wołowiny. Częstym mankamentem jest nieodpowiednie żywienie opasów w stosunku do ich potencjału genetycznego i rozwoju fizjologicznego [3, 21] oraz wieku [1, 16]. Skutkiem tego jest nieodpowiednie tempo wzrostu i nadmierne gromadzenie zbędnego tłuszczu [6, 10]. Zbyt intensywne otluszczenie, zwiększające masę ciała, nie koreluje z wysoką wartością rzeźną oraz jakością mięsa, w tym z jego wartością dietetyczną [9, 17, 8]. Nie dotyczy to jednak tłuszczu śródmięśniowego, którego obecność sprzyja kruchości, wpływa na barwę, smak, aromat i soczystość mięsa [15, 23, 24]. Potwierdzają to również Farmer [7] oraz Savel i Cross [20], według których udział tłuszczu śródmięśniowego powinien kształtować się na poziomie około 3 %. Cecha ta jest istotna, ponieważ w dużym stopniu podlega ocenie konsumentów [21]. Ze względu na wysoką cenę wołowina kulinarna powinna charakteryzować się możliwie największą wydajnością podczas obróbki termicznej. Oprócz barwy i marmurkowatości jest to cecha ważna dla konsumentów przy wyborze wołowiny. Otluszczenie tusz oceniane jest w zakładach mięsnych po uboju. Ujemne zależności pomiędzy wskaźnikami otluszczenia tusz a ich wartością, a w konsekwencji opłacalnością produkcji mięsa, stwierdzono już w 1971 r. Blackelsberg i wsp. [2] oraz Cundiff i wsp. [5] uzyskali pomiędzy grubością tłuszczu okrywowego a marmurkowatością mięsa oraz cechami wartości rzeźnej tusz współczynniki korelacji (r) kształtujące się od -0,45 do -0,85. Dowiedli, że wzrost wskaźników otluszczenia obniża wartość handlową tusz oraz niektóre parametry jakości mięsa, na co wskazuje również Fiems i wsp. [9].

Celem podjętych badań było określenie zależności pomiędzy ilością tłuszczu odkładanego w tuszy oraz gromadzonego w najcenniejszych jej wyrębach a cechami przydatności kulinarnej mięsa. Założeniem doświadczenia była ocena tych parametrów w tuszach osobników charakteryzujących się zróżnicowanym tempem wzrostu oraz oszacowanie, na podstawie współczynników korelacji, możliwości doskonalenia jakości wołowiny.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono na 25 buhajach czarno-białych (Cb) – grupa kontrolna (udział rasy hf nie przekraczał 25 %) i 99 mieszańcach towarowych (MT). Do krzyżowania użyto buhajów ras: charolais, limousin, blond de`aquitaine, simental i piemontes. Zwierzęta pochodziły z farm zlokalizowanych na terenie województwa

podlaskiego oraz wschodniej części województwa mazowieckiego. Badania prowadzono w latach 2005 - 2009. W żywieniu zwierząt stosowano pasze gospodarskie. W sezonie jesienno-zimowym wykorzystywano siano, które skarmiano do woli, oraz niewielki dodatek kiszonki z kukurydzy (ok. 10 kg) i śruty z mieszanki zbożowej (ok. 1,0 kg). W sezonie letnim zwierzęta żywiono zielonką skarmianą do woli oraz śrutą zbożową. Na zakładkę stosowano siano.

Zwierzęta ważono po przewiezieniu do magazynu żywca. Na podstawie masy ciała i wieku ustalano przyrosty dobowe [g/dobę] – Intensywność Wzrostu ($IW_{g/dobę}$). Po 24 h wypoczynku buhaje ubijano i poddawano rozbiorowi. Tusze przechowywano przez 48 h w temp. 4 °C. Następnie określano masę tuszy zimnej (MTZ_{kg}), oceniano otłuszczenie wg klasyfikacji EUROP oraz grubość tłuszczu okrywowego (GTO) mierzoną na wysokości 12. żebra w okolicy grzbietu. Wykonywano dysekcję prawych półtuszy, ustalając masę i udział wyrobów wartościowych (% WW) oraz ilość zawartego w nich tłuszczu ($WW_{\%tłuszczu}$).

Próby do analiz fizykochemicznych pobierano z *m. biceps brachii*, *m. semimembranosus* i *m. longissimus lumborum*. Barwę mięsa określano przy użyciu aparatu Minolta CR-310 (w systemie Hunter-Lab). Zawartość tłuszczu w tkance (mięso $_{\%tłuszczu}$) oznaczano metodą Soxhleta. Wodochłonność oceniano na podstawie: 1) zdolności utrzymywania wody metodą Grau'a i Hamma ($WHC_{GH\%}$) zmodyfikowaną przez Pohia i Niinivaara [19]; 2) wycieku termicznego ($WT_{\%}$) – próbki mięsa ogrzewano w temp. ok. 75 °C przez 1 h, a następnie określano ubytek masy; 3) wycieku naturalnego ($WN_{\%}$) ustalanego na podstawie utraty soku z mięsa przetrzymywanego przez 24 h w temp. 4 °C. Kruchość szerometryczną mierzono zgodnie z metodą opisaną przez Kołczaka i wsp. [14]. Ocenę marmurkowatości wykonywano wg 5-punktowej skali (1 pkt – brak widocznej obecności tłuszczu, 5 pkt – bardzo duża obecność tłuszczu [12]. Dodatkowo oceniano równomierność rozmieszczenia tłuszczu: „-” nierównomierne – 1 pkt, „+” równomierne – 2 pkt.

Dane opracowano statystycznie dwuczynnikową analizą wariancji, uwzględniając: 2 grupy genetyczne GG: Cb i MT, 2 grupy $IW_{g/dobę}$: G1 i G2. Istotność różnic szacowano testem Duncana. Do oszacowania zależności pomiędzy cechami otłuszczenia tuszy i parametrami jakościowymi mięsa zastosowano model korelacji prostej Pearsona i regresji wielokrotnej.

Wyniki i dyskusja

Intensywność wzrostu buhajów w grupach badawczych była zróżnicowana. Opasy z grupy G1 (771 g/dobę) w stosunku do grupy G2 (941 g/dobę) charakteryzowały się mniejszymi przyrostami, średnio o 170 g/dobę (tab. 1). Osobniki z grupy G1 wykazywały tendencję do odkładania mniejszej ilości tłuszczu okrywowego (GTO – 1,6 cm) aniżeli z grupy G2 (GTO – 1,1 cm). W grupie G1 ocena otłuszczenia EUROP była

wyższa o 0,9 %. Różnice zawartości tłuszczu w wyrębach wartościowych ($WW_{\%tłuszczu}$) wyniosły przeciętnie 2,8 %. Buhaje z grupy G2 ubijane w wieku 596 dni, zbliżonym do wieku osobników z grupy G1 (593 dni), charakteryzowały się większą, przeciętnie o 48,6 kg, masą tuszy zimnej (MTZ_{kg}) oraz o 1,1 % większym udziałem wyrębów wartościowych (% WW). Wykazane różnice w zakresie opisanych powyżej cech potwierdzono przy $P \leq 0,05$. Uzyskane wyniki badań są zbieżne z uzyskanymi przez Choroższego i wsp. [4] i Zina [26].

Wyniki dotyczące kształtowania się parametrów otluszczenia tusz i MTZ_{kg} buhajów Cb i MT (tab. 1) wskazują, że mieszańce towarowe korzystniej reagowały w zakresie GTO i $WW_{\%tłuszczu}$. W grupie G1 tusze MT miały przeciętnie o 0,5 cm cieńszy tłuszcz okrywowy (GTO) i o 4,3 % mniejszą $WW_{\%tłuszczu}$. Zwiększenie intensywności wzrostu ($IW_{g/dobę}$) osobników z grupy G2 wpływało na poprawę tych parametrów w obu grupach genetycznych. Zawartość $WW_{\%tłuszczu}$ uległa zmniejszeniu zarówno w tuszach buhajów Cb (o 3,5 %), jak i mieszańców towarowych MT (o 2,2 %). Zwiększenie $IW_{g/dobę}$ powodowało, że GTO buhajów Cb była mniejsza, w porównaniu z osobnikami z grupy G1, przeciętnie o 0,4 cm, a buhajów MT o 0,6 cm. Różnice te potwierdzono przy $P \leq 0,05$. Na zbliżony udział wyrębów wartościowych oraz zawartość w nich tłuszczu w tuszach buhajów Cb i Cb×limousin, o przyrostach na poziomie 869 g/dobę, wskazuje Wroński i wsp. [25]. Pogorzelska i wsp. [18] oraz Grodzki i wsp. [11] uzyskali nieznacznie mniejsze wartości tych wskaźników w przypadku mieszańców Cb z buhajami charolais i simental.

W zakresie oceny otluszczenia tusz ($otłuszczenie_{EUROP}$) wykazane różnice świadczą o pozytywnym wpływie krzyżowania towarowego oraz zwiększenia $IW_{g/dobę}$. Otluszczenie_{EUROP} MT oceniono korzystniej, na co wskazują niższe noty wynoszące 2,6 pkt w grupie G1 i 1,9 pkt w grupie G2. Tusze buhajów Cb oceniane były na poziomie 3,5 i 2,5 pkt, co świadczy o tym, że niezależnie od intensywności wzrostu tusze buhajów Cb były bardziej otluszczone. W porównaniu z tuszami osobników z grupy G1, w grupie G2 tusze obu grup genetycznych charakteryzowały się mniejszą wartością $otłuszczenie_{EUROP}$. Oceny wahały się od 2,5 do 1,9 pkt. W badaniach Zina [26] otluszczenie tusz buhajów Cb i simental, przyrastających około 767 g/dobę, oceniono na podobnym poziomie, od 1,9 do 2,1 pkt. Zbliżone wyniki, ocenę na poziomie 2,0 pkt w przypadku tusz mieszańców towarowych i 3,4 pkt buhajów Cb, wykazali Wroński i wsp. [25].

Dane dotyczące jakości kulinarnej wołowiny przedstawiono w tab. 2. Zwiększenie $IW_{g/dobę}$ wpływało korzystnie na marmurkowatość oraz zawartość tłuszczu w mięsie ($mięso_{\%tłuszczu}$). Największe różnice wykazano w przypadku mięsa buhajów Cb – większa $IW_{g/dobę}$ skutkowała mniejszą zawartością tłuszczu w mięsie. W grupie G1 mięśnie buhajów Cb zawierały średnio 3,77 % tłuszczu, a z grupy G2 2,93 %, natomiast różnica wyniosła 0,88 %. W przypadku MT różnica pomiędzy grupami G1 i G2

Tabela 1

Wiek, intensywność wzrostu, masa oraz charakterystyka otłuszczenia tusz buhajów czarno-białych (Cb) i mieszańców towarowych (MT).

Age, growth intensity, weight, and fatness profile of carcasses of black and white bulls (Cb) and commercial crossbreeds (MT).

Analizowane cechy Analyzed Parameters	Grupa genetyczna/Intensywność wzrostu / Genetic group/Growth Intensity							
	Cb		MT		średnio on average		min	max
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
Grupa o małej intensywności wzrostu (G1) / Low Growth Intensity Group (G1)								
Liczba / Number [n]	15		46		61		-	
Wiek [dni] / Age [days]	601,7	59,1	585,4	55,5	593,5	56,4	490,5	689,6
Przyrosty dobowe [g] Daily weight gains [g]	757 ¹	11	785 ¹	69	771 ¹	82	611	897
Masa tuszy [kg] Carcass weight [kg]	303,2 ^{a1}	45,2	270,6 ^{b1}	35,7	286,9 ¹	41,5	215,7	389,7
Tłuszcz podskórny [cm] Subcutaneous fat [cm]	1,8 ^{a1}	0,2	1,3 ^{a1}	0,1	1,6 ¹	0,3	0,9	1,05
Otłuszczenie EUROP [pkt] Fatness score EUROP [points]	3,5 ^{a1}	0,8	2,6 ^{a1}	0,9	3,1 ¹	1,0	1,0	4,0
Wyřeby wartościowe [%] Valuable cuts (VC) [%]	66,9 ^a	4,2	69,1 ^{a1}	4,8	68,0 ¹	4,5	61,3	75,2
Tłuszcz w WW [%] Fat in VC [%]	8,7 ^{a1}	0,9	4,4 ^{a1}	0,5	6,5 ¹	1,5	7,2	9,7
Grupa o dużej intensywności wzrostu (G2) / High Growth Intensity Group (G2)								
Liczba / Number [n]	10		53		63		-	
Wiek [dni] / Age [days]	597,7	74,7	594,7	72,8	596,2	72,5	495,3	759,0
Przyrosty dobowe [g] Daily weight gains [g]	905 ²	23	977 ²	31	941 ²	44	904	1077
Masa tuszy [kg] Carcass weight [kg]	330,8 ^{a2}	41,2	340,2 ^{a2}	53,1	335,5 ²	51,2	223,6	430,1
Tłuszcz podskórny [cm] Subcutaneous fat [cm]	1,4 ^{A2}	0,4	0,8 ^{B2}	0,5	1,1 ²	0,6	0,81	2,40
Otłuszczenie EUROP [pkt] Fatness score [points]	2,5 ^{A2}	0,7	1,9 ^{B2}	0,7	2,2 ²	0,9	2,0	4,5
Wyřeby wartościowe [%] Valuable cuts (VC) [%]	64,4 ^a	3,7	73,6 ^{b2}	5,4	69,1 ²	5,2	58,6	78,5
Tłuszcz w WW [%] Fat in VC [%]	5,2 ^{a2}	1,3	2,2 ^{b2}	1,7	3,7 ²	1,9	2,3	9,4

Wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się między sobą przy $P \leq 0,05$: ^{a,b,c} – w wierszach i ^{1,2,3} – w kolumnach.

The means denoted by different letters differ significantly among themselves at $P \leq 0,05$: ^{a,b,c} – in rows and ^{1,2,3} – in columns

WW – wyřeby wartościowe / valuable cuts (VC).

Tabela 2

Wyniki oceny jakości kulinarnej mięsa buhajów czarno-białych (Cb) i mieszańców towarowych (MT), zróżnicowanych intensywnością wzrostu.

Assessments results of culinary quality of meat of black and white bulls (Cb) and commercial crossbreeds (MT) differentiated by their growth intensity.

Analizowane cechy Analyzed Parameters	Grupa genetyczna/Intensywność wzrostu / Genetic group/Growth intensity							
	Cb		MT		Średnio / on average		min	max
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
Grupa o małej intensywności wzrostu (G1) / Low Growth Intensity Group (G1)								
Liczba / Number [n]	15		46		61		-	
Mięso ₀ %tłuszczu [%] Fat content in meat [%]	3,77 ^{a1}	0,45	2,42 ^b	0,57	3,09 ¹	0,63	1,22	4,51
WHC _{GH} %	29,89 ¹	3,26	29,03 ¹	2,68	29,24 ¹	2,83	22,9	33,20
Jasność barwy L* Colour Lightness L*	28,8	2,1	27,6 ¹	3,3	28,2 ¹	3,1	21,3	36,7
Marmurkowatość [pkt] Marbling [points]	2,6(+) ^{a1}	0,4	2,2(+) ^{a1}	0,5	2,3(+) ¹	0,4	1,0	3,0
Kruchość [N/cm ²] Tenderness [N/cm ²]	65,1	6,9	57,3	6,8	59,2	7,6	43,9	75,6
Wyciek naturalny [%] Natural Drip Loss [%]	16,95 ^{a1}	1,28	17,97 ^{b1}	1,10	17,46 ¹	1,16	15,12	21,22
Wyciek termiczny [%] Cooking loss [%]	22,79 ^{A1}	1,52	24,12 ^{B1}	1,54	23,45 ¹	1,53	20,81	27,53
Grupa o dużej intensywności wzrostu (G2) / High Growth Intensity Group (G2)								
Liczba / Number [n]	10		53		63			
Mięso ₀ %tłuszczu [%] Fat content of meat [%]	2,93 ²	0,41	2,75	0,48	2,78 ²	0,47	2,01	3,92
WHC _{GH} %	28,63 ^{a2}	1,94	26,51 ^{b2}	2,40	27,57 ²	2,34	23,0	31,90
Jasność barwy L* Colour Lightness L*	26,7 ^a	1,3	29,5 ^{2b}	2,6	28,1 ¹	2,5	22,2	34,5
Marmurkowatość [pkt] Marbling [points]	3,4(-) ^{b2}	0,6	2,4(+) ^{a1}	0,5	2,9(+) ¹	0,6	2,0	4,3
Kruchość [N/cm ²] Tenderness [N/cm ²]	66,1	3,4	61,8	6,1	62,5	6,0	52,6	69,5
Wyciek naturalny [%] Natural Drip Loss [%]	18,97 ^{a2}	1,24	19,87 ^{b2}	1,34	19,42 ²	1,33	16,53	22,17
Wyciek termiczny [%] Cooking Loss [%]	24,32 ^{a2}	0,21	25,52 ^{b2}	1,42	24,92 ²	1,43	20,10	26,65

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

wyniosła 0,33 %. Należy jednak zauważyć, że MT z reguły zawierały mniej tłuszczu w mięsie, zwłaszcza osobniki o małej $IW_{g/dobę}$ (2,42 %). Na podobną zawartość tłuszczu i marmurkowatość mięsa buhajów Cb i simental wskazują Ferguson i wsp. [8]. Zin [26] wykazał, że w przypadku osobników, których przyrosty dobowe wynosiły od 744 do 801 g, udział tłuszczu zawierał się w przedziale od 2,40 do 2,81 %, a marmurkowatość kształtowała się od 2,63 do 2,96 pkt. Na nieznacznie mniejszą zawartość tłuszczu w mięsie buhajów Cb (1,18 %) i Cb×charolais (0,87 %) o przyrostach na poziomie 640 - 767 g/dobę wskazują Groth i wsp. [12].

W przypadku marmurkowatości mięśnie MT nie wykazywały znacznej zmienności. Różnica w ocenie tej cechy mięsa osobników z obu grup $IW_{g/dobę}$ wyniosła 0,2 pkt. W grupie Cb ocena ta była wyższa, a różnica pomiędzy grupą G1 i G2 wyniosła 0,8 pkt. Należy również zauważyć, że mięso buhajów Cb z grupy G2 charakteryzowała najbardziej intensywna marmurkowatość oraz najmniejsza równomierność rozmieszczenia tłuszczu – 3,4 pkt. Na mniejszą marmurkowatość wskazują Groth i wsp. [12]. Wykazali oni, że mięso buhajów Cb przyrastających ok. 640 g/dobę miało marmurkowatość ocenianą na poziomie 1,58 pkt. Cecha ta w mięsie mieszańców Cb×charolais (przyrosty ok. 767 g) oceniana była na poziomie 1,33 pkt. Zbliżone wyniki oceny marmurkowatości w mięsie uzyskali Albrecht i wsp. [1]. Według tych autorów mięso różnych typów bydła (w wieku ok. 12 miesięcy) wykazywało marmurkowatość na poziomie od 2,7 do 2,8 pkt, a udział tłuszczu w mięśniach kształtował się w granicach od 4,27 do 5,45 %. Na podobne, jak w niniejszej pracy, tendencje kształtowania się zawartości tłuszczu w mięsie (2,44 - 2,9 %) mieszańców towarowych i buhajów Cb, których przyrosty dobowe wahały się od 545 do 885 g/dobę, wskazali Wroński i wsp. [25], Pogorzelska i wsp. [18] oraz Grodzki i wsp. [11].

W przypadku jasności barwy mięsa (L^*) największe różnice ($P \leq 0,05$) uzyskano pomiędzy mięśniami pochodzącymi z MT (tab. 2). Mięso mieszańców z grupy G2 charakteryzowało się najwyższą wartością $L^* = 29,5$. W porównaniu z mięsem grupy G1 było to o 1,9 jednostki korzystniejszy wynik. Mięso buhajów Cb rosnących intensywniej charakteryzowało się mniejszą jasnością. Wyniosła ona 26,7 jednostki i była mniejsza o 2,1 jednostki w stosunku do grupy G1. Vestergaard i wsp. [22] wykazali, że mięso buhajów intensywniej żywionych charakteryzowało się z reguły większą jasnością barwy ($L^* = 35,0 - 44,8$). Tendencję taką wykazali w badaniach osobników opasanych do 360 kg. Podobne, chociaż osiągnięte inną metodą pomiarową, tendencje kształtowania się jasności barwy w zależności od intensywności wzrostu uzyskał Zin [26]. Wykazał on wyższą jasność barwy mięsa buhajów simental (43,4 %), przyrastających średnio 801 g/dobę, w porównaniu z osobnikami bydła Cb, których przyrosty wynosiły średnio 746 g/dobę, a jasność barwy mięsa kształtowała się między 34,83 - 38,48 %. Na tendencje takie wskazują Groth i wsp. [12], którzy uzyskali wartości jasności barwy, ocenianej metodą spektrofotometryczną, kształtujące się od 11,55 %

w przypadku mięsa osobników Cb, przyrastających na poziomie 640 g/dobę, do 16,55 % w grupie Cb×charolais, przyrastających 767 g/dobę. Zbliżone wartości tego wskaźnika (11,14 - 11,28 %) w przypadku mięsa buhajów Cb i cb×limousin, przyrastających od 853 do 885 g/dobę, uzyskał Wroński i wsp. [25]. Młynek i Litwińczuk [17] wykazali w mięsie mieszańców towarowych pochodzącym z tusz intensywniej otluszczonych jasność barwy mięsa na poziomie 10,3 %. Wyniki te pozostają zbieżne z prezentowanymi przez Ferguson i wsp. [8].

Intensywność wzrostu ($IW_{g/dobę}$) miała wpływ na zdolność utrzymania wody. Mięso osobników z grupy G2 charakteryzowało się większą zdolnością utrzymywania soku. Zdolność utrzymania wody (WHC_{GH}), wynosząca 27,57 %, w porównaniu z grupą G1 była wyższa o 1,67 %. Podobny wpływ $IW_{g/dobę}$ wykazano w przypadku wycieku naturalnego ($WN_{\%}$), odgrywającego szczególną rolę podczas przechowywania mięsa. Mięso osobników o większych przyrostach dobowych charakteryzowało się większą utratą soku. W porównaniu z grupą G1, w której $WN_{\%}$ wyniósł 17,46 %, mięso z grupy G2 cechował wyciek większy przeciętnie o 1,96 % (19,42 %). Mięso buhajów Cb, niezależnie od $IW_{g/dobę}$, charakteryzowało się, w porównaniu z MT, mniejszym $WN_{\%}$. Wyciek z mięsa Cb był mniejszy średnio o 1,02 % w grupie G1 i o 0,90 % w grupie G2 ($P \leq 0,05$).

Ze względu na wykorzystywanie wołowiny jako surowca kulinarnego mało przetworzonego, powinna ona charakteryzować się możliwie jak największą wydajnością podczas obróbki cieplnej (małą utratą soku z mięsa). Ma to duże znaczenie w osiągnięciu satysfakcji przez konsumentów, uzyskanej po wyborze tego gatunku mięsa. Mięso buhajów z grupy G1 charakteryzowało się przeważnie mniejszym o 1,47 % wyciekiem termicznym – 23,45 % (tab. 2). $WT_{\%}$ z mięsa buhajów z grupy G2 wyniósł 24,92 %. Wpływ $IW_{g/dobę}$ w analizowanych grupach genetycznych był zbliżony. Wykazane różnice pomiędzy $WT_{\%}$ buhajów CB i MT, kształtowały się na zbliżonym poziomie i średnio wyniosły 1,26 %. Należy jednak zauważyć, że mięso MT charakteryzowało się relatywnie większym $WT_{\%}$. Różnice te, chociaż niewielkie, zostały potwierdzone przy $P \leq 0,05$.

Współczynniki korelacji między cechami charakteryzującymi otluszczenie tusz a wskaźnikami jakości mięsa przedstawiono w tab. 3. Największą siłą zależności stwierdzono pomiędzy GTO a $WN_{\%}$ – $r = 0,554^{**}$ (grupa G1) do $r = 0,806^{**}$ (grupa G2) i $r = 0,785^{**}$ w przypadku całej populacji. Korelacje GTO z kruchością mięsa i $WHC_{GH\%}$ wykazywały średnią siłę kształtując się od $r = -0,414^{**}$ (kruchość mięsa buhajów z grupy G2) do $r = -0,428^{**}$ ($WHC_{GH\%}$ mięsa buhajów z grupy G1). Zależności uzyskane w obrębie całej populacji przyjęły wartości od $r = -0,336^{*}$ do $r = -0,386^{**}$. W przypadku otluszczenia wg klasyfikacji EUROP (otłuszczenie_{EUROP}) najsilniejsze zależności uzyskano z zawartością tłuszczu w tkance mięsnej (mięso_{%tłuszczu}); współczynniki kształtowały się od $r = 0,511^{**}$ (G1) do $r = 0,662^{**}$ (G2). Otluszczenie

tusz było również skorelowane z marmurkowatością oraz barwą mięsa, odpowiednio $r = 0,526^{**}$ (G1) i $r = 0,421^{**}$ (G2). Podobną siłę zależności uzyskano pomiędzy zawartością tłuszczu w wyrębach wartościowych ($WW_{\%tłuszczu}$) a: zawartością tłuszczu w mięsie ($mięso_{\%tłuszczu}$) – $r = 0,491^{**}$ oraz marmurkowatością – $r = 0,356^*$ w grupie o małej intensywności wzrostu (G1), a w grupie o dużej intensywności wzrostu (G2) – kruchością mięsa ($r = 0,419^{**}$).

Tabela 3

Współczynniki korelacji pomiędzy wybranymi cechami otluszczenia tusz a wskaźnikami przydatności kulinarnej mięsa w obrębie analizowanych grup intensywności wzrostu.

Coefficients of correlation between selected carcass fatness parameters and indicators of culinary usefulness of meat within the analyzed groups of growth intensity.

Analizowane cechy Assessed Parameters	Tłuszcz podskórny Subcutaneous fat [cm]	Otluszczenie _{SEUROP} Fatness score [pkt. - points]	Tłuszcz w WW Fat in Valuable Cuts [%]
Grupy intensywności wzrostu (G1 i G2) / Growth Intensity Groups (G1 and G2)			
Mięso _{%tłuszczu} / Fat content in meat [%]	0,354*	0,594**	0,321*
WHC _{GH%}	-0,336*	-	-
Jasność barwy L* / Colour Lightness L*	-	0,302*	0,325*
Marmurkowatość / Marbling [pkt / points]	0,341*	0,284*	0,205
Kruchość / Tenderness [N/cm ²]	-0,386**	0,233	0,271*
Wyciek naturalny / Natural Drip Loss [%]	0,785**	-	0,314*
Grupa o małej intensywności wzrostu (G1) / Low Growth Intensity Group (G1)			
Mięso _{%tłuszczu} / Fat content in meat [%]	0,339*	0,662**	0,491**
WHC _{GH%}	-0,428**	-	-
Jasność barwy L* / Colour Lightness L*	-	0,316*	0,267
Marmurkowatość / Marbling [pkt / points]	0,353*	0,526**	0,356*
Kruchość / Tenderness [N/cm ²]	-0,264*	0,221	0,294*
Wyciek naturalny / Natural Drip Loss [%]	0,554**	-	0,309*
Grupa o dużej intensywności wzrostu (G1) / High Growth Intensity Group (G1)			
Mięso _{%tłuszczu} / Fat content in meat [%]	0,421**	0,511**	0,343*
WHC _{GH%}	-0,234	-	-
Jasność barwy L* / Colour Lightness L*	-	0,421**	0,314*
Marmurkowatość / Marbling [pkt / points]	0,298*	0,224	0,284*
Kruchość / Tenderness [N/cm ²]	-0,414**	0,241	0,419**
Wyciek naturalny / Natural Drip Loss [%]	0,806**	-	0,297*

*- $P \leq 0,05$, **- $P \leq 0,01$

Uzyskane wyniki są zbieżne z przedstawionymi przez Fiemsa i wsp. [9] oraz Maya i wsp. [16]. Współczynniki korelacji obliczone przez tych autorów wahały się od $r = 0,148^{**}$ do $r = 0,518^{**}$ oraz od $r = -0,39$ do $r = 0,88$.

Po ustaleniu zależności fenotypowych pomiędzy badanymi cechami poubojowymi obliczono funkcje regresji pomiędzy wskaźnikami jakości mięsa a parametrami otluszczenia tusz (tab. 4). Wykazano, że w zakresie szacowania udziału tłuszczu w mięsie ($R^2 = 0,426$) i wycieku naturalnego z mięsa ($R^2 = 0,645$) pomocne mogą być łatwe do poubojowej oceny: grubość tłuszczu podskórnego i ocena otluszczenia tusz metoda EUROP. Cechy te, choć w mniejszym stopniu, mogą być uwzględniane przy szacowaniu WHC ($R^2 = 0,373$), barwy ($R^2 = 0,334$) czy marmurkowatości ($R^2 = 0,324$). Natomiast szacowanie kruchości mięsa na podstawie określenia zawartości tłuszczu śródmięśniowego i w wyrębach wartościowych można uznać za mało przydatne ($R^2 = 0,219$). Cechy otluszczenia tusz mogą stanowić zatem informacje wykorzystywane w doskonaleniu najważniejszych parametrów kulinarnych wołowiny.

Tabela 4

Zależności pomiędzy wskaźnikami jakości mięsa a cechami otluszczenia tusz.
Relationships between meat quality indicators and fatness parameters of carcasses.

Zmienna zależna (y) Dependent variable	Równanie regresji Regression equation	R^2	RSD	S.D. of independent variable
Udział tłuszczu w mięsie Fat content in meat [%]	$y = 1,012 + 0,245x_1 + 0,539x_2$	0,426	0,430	0,257
WHC _{GH%}	$y = 29,585 - 0,380x_3$	0,373	2,518	1,506
Jasność barwy L* / Colour Lightness L*	$y = 26,884 + 0,211x_4 + 0,217x_2$	0,334	2,744	1,641
Marmurkowatość Marbling [pkt / points]	$y = 1,491 + 0,300x_3 + 0,232x_2$	0,324	0,534	0,319
Kruchość / Tenderness [N/cm ²]	$y = 43,081 - 0,338x_3 + 0,194 x_4$	0,219	6,388	3,820
Wyciek naturalny / Natural Drip Loss [%]	$y = 15,530 + 0,825x_3 - 0,160 x_4$	0,645	0,869	0,519

x_1 – tłuszcz podskórny / subcutaneous fat [cm]; x_2 – ocena otluszczenia tusz / fatness score of carcass (EUROP); x_3 – tłuszcz śródmięśniowy / intramuscular fat [%]; x_4 – tłuszcz w wyrębach wartościowych / fat in valuable cuts [%].

Wnioski

1. Do produkcji wołowiny o zmniejszonej zawartości tłuszczu oraz dobrej marmurkowatości, pochodzącej z buhajów o niskiej intensywności wzrostu, powinno się wykorzystywać przede wszystkim mieszańce towarowe. Mięso mieszańców cechowało się ponadto jaśniejszą barwą w porównaniu z mięsem buhajów Cb. Nie wykazano jednak takiego wpływu na wskaźniki charakteryzujące możliwości utrzymywania wody przez mięso oraz na kruchość. Mięso osobników intensywniej rosnących cechowało się z reguły większymi wartościami wycieków oraz mniejszą kruchością.

2. Niezależnie od intensywności wzrostu, buhaje Cb w porównaniu z mieszańcami towarowymi charakteryzowały się relatywnie intensywniejszym gromadzeniem tłuszczu. Jednak większa intensywność wzrostu zwierząt może sprzyjać zmniejszaniu udziału tłuszczu w wyrębach wartościowych i grubości tłuszczu okrywowego tusz.
3. Uzyskane wartości współczynników korelacji wskazują, że przy pozyskiwaniu wołowiny kulinarnej możliwa jest selekcja w kierunku poprawy jej jakości na podstawie udziału tłuszczu w wyrębach wartościowych czy ilości tłuszczu gromadzonego w tuszy.

Literatura

- [1] Albrecht E., Teuscher F., Ender K., Wegner J.: Groeth- and breed – related changes of marbling characteristics in cattle. *J. Anim. Sci.*, 2006, **(84)** 1067-1075.
- [2] Blackelsberg P.O., Kline E.A., William R.L., Hazel L.N.: Genetic parameters for selected beef – carcass traits. *J. Anim. Sci.*, 1971, **(33)** (1), 13-17.
- [3] Bruns K.W., Pitchard R.H., Boggs D.L.: The relationships among body composition and intramuscular FAT content in steers. *J. Anim. Sci.*, 2004, **(82)**, 1315-1322.
- [4] 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.*, 2000, **(6)**, 29-33.
- [5] Cundiff L.V., Gregory K.E., Koch R.M., Dickerson G.E.: Genetic relationships among groth and carcass traits of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 1971, **(33)**, 550-551.
- [6] Dolezal H. G., Smith G.C., Savell J.W., Carpenter Z.L.: Comparison of subcutaneous fat thickness, marbling and quality grade for predicting palatability of beef. *J. Food Sci.*, 1982, **(47)**, 397-401.
- [7] Farmer L.J.: The role of nutrients in meat flavour formation. *Proc. Nut. Soci.*, 1994, **(53)**, 327-333.
- [8] Ferguson D.M., Thompson J.M., Skerritt J.W., Robinson D.L.: Preliminary heritability estimates for carcass yield and meat quality traits in beef cattle. *Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 1997, **(12)**, 730-733.
- [9] Fiems L.O., De Campeneere S., De Smet S., Van de Voorde G., Vanacker J.M., Boucque Ch.V.: Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. *Meat Sci.*, 2000, **(56)**, 41-47.
- [10] Fluharty F.L.: Interactions of management and diet on final meat characteristics of beef animals. <http://beef.osu.edu/library/mgtdiet.html>. 2003.
- [11] Grodzki H., Jasirowski H., Grafowski R., Szymczykiewicz D.: The effect of crossbreeding of Polish Black-and-White cow with different strains of Friesian cattle on beef performance of R₁ bulls I. Results of intensive fattening. *Annals of Warsaw Agricultural University - Animal Sci.*, 1988, **(23)**, 33-40.
- [12] Groth I., Wielgosz-Groth Z., Kijak Z., Pogorzelska J., Wroński M.: Comparison of meat quality in young black-and-white breed bulls and their hybrids with beef breeds. *J. Anim. Feed Sci.*, 1999, **(8)**, 145-156.
- [13] Kołczak T.: Jakość wołowiny. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **(56)**, 5-22.
- [14] Kołczak T., Palka K., Zarzycki A.: Wpływ kolagenu śródmięśniowego na kruchość i inne cechy sensoryczne mięśni bydła. *Acta Agr. Etg. Silv. Ser. Zoot.*, 1992, **(30)**, 75-85.
- [15] Larick D.K., Turner B.E.: Flavor characteristics of forage-and grain-fed beef as influenced by phospholipid and fatty acid compositional differences. *J. Food Sci.*, 1990, **(55)** (2), 312-317.

- [16] May S.G., Doleżał H.G., Gill D.R., Ray F.K., Buchanan D.S.: Effects of days fed, carcass grade traits and subcutaneous FAT removal; on post-mortem muscle characteristics and beef palatability. *J. Anim. Sci.*, 1992, **70**, 444-453.
- [17] Młynek K., Litwińczuk Z.: Quality of meat from commercial breed cattle crosses In relation to the thickness of carcass covering fat. *Anim. Sci. Rep.*, 2002, 20, (s) **1**, 205-210.
- [18] Pogorzelska J., Kijak Z., Meller Z., Nogalski Z.: Wartość rzeźna buhajków - mieszańców opasanych półintensywnie i intensywnie. *Rocz. Nauk Rol.*, 1991, **107**, **3**, 136-140.
- [19] Pohia M.S., Niinivaara F.P.: Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstantdruckmethode. *Fleischwirtschaft*, 1975, **9**, 193-195.
- [20] Savell J.W., Cross H.R.: The role of fat in the palatability of beef, pork and lamb. In designing food. Animal product options in the marketplace. *Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace*. National Academy Press, Washington D.C.1988, pp. 345-355.
- [21] Smith S.B., Lunt D.K., Zembayashi M.: Intramuscular fat deposition: The physiological process and the potential for its manipulation. *Proc. Plains Nutrition Council Spring Conf.*, 2000, ss. 1-11.
- [22] Vestergaard M., Oksbjerg N., Henckel P.: Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Sci.*, 2000, **54**, 177-185.
- [23] 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.
- [24] Wichłacz H., Trela J., Grześkowiak E.: Wpływ poziomu tłuszczu śródmięśniowego na cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięśnia najdłuższego grzbietu młodego bydła rzeźnego. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 1998, **336 (XIX)**, 157-163.
- [25] Wroński M., Kijak Z., Kosakowska J.: Zdolność opasowa i wartość rzeźna buhajów pochodzących z krzyżowania towarowego z rasą belgijską biało-błękitną i Limousin opasanych do masy ciała powyżej 575 kg. *Anim. Sci.*, 2000, **35 (s)**, 77-82.
- [26] Zin M.: Zależności pomiędzy żywieniem oraz rasą buhajów a wartością rzeźną i jakością fizykochemiczną mięsa. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Zoot.*, 1995, 297, **30**, 53-67.


EFFECT OF GROWTH INTENSITY OF BULLS ON RELATIONSHIPS BETWEEN CARCASS FATNESS AND CULINARY QUALITY OF MEAT

S u m m a r y

An important factor determining the utilization of beef meat is its culinary quality. Among other things, meat quality depends on the content of fat in a tissue, meat colour, and meat juice-holding capability. A too poor quality of beef results, first of all, from improper feeding strategies departing from the genetic potential of animals; the consequence thereof is, most frequently, an excessive fatness of carcasses.

The objective of the research study was to determine the relationships between the amount of fat deposited in carcasses and the culinary usefulness of beef meat, as well as to assess the possibilities of improving those qualities based on the analyzed parameters of carcasses. The analysis comprised 124 black-white bulls (Cb) and commercial crossbreeds. The rate of carcass fatness was assessed in two groups showing different growth intensity (GW/IW_{g/day}). It was proved that the higher growth intensity made the layer of cover fat to decrease (by 0.5 cm on average), and, thus, those carcasses could be assigned to the EUROP class with a lower fattening rate (the fattening rate higher by 0.9 % on average). It also helped to

reduce the fat deposited in valuable cuts (by 2.8 %). In that regards, the reaction of the commercial cross-breeds was the best. Based on the analysed quality parameters of meat, it was found that the higher $GI/IW_{g/day}$ did not favour the improvement of meat tenderness. The meat tenderness of animals with a low daily weight gain (G1) was 59.2 N/cm² 1), and the meat of the intensely growing animals (G2): 62.5 N/cm². The advantageous effect of $GI/IW_{g/day}$ was reported as regards the content of fat in meat and the parameters determining the meat-juice holding capacity. However, no differences were found as regards the meat colour. Some coefficients were calculated, which represented the correlation between culinary quality parameters of beef and the: 1) cover fat thickness ($r =$ from -0.264* to 0.806**); 2) carcass fatness assessed using the EUROP method ($r =$ from 0.284* to 0.662**); 3) amount of fat in valuable cuts of carcasses ($r =$ from 0.325* to 0.491**). The results obtained show that it is possible to apply carcass fatness-related indicators for the purpose of improving meat quality and to include them into the fattening process.

Key words: beef, carcass, growth intensity, fatness, culinary quality of meat 

JACEK KONDRATOWICZ, IWONA CHWASTOWSKA-SIWIECKA,
EWA BURCZYK, JOANNA PIEKARSKA, ŻANETA KUŁDO

OCENA SENSORYCZNA I MIKROBIOLOGICZNA MIĘŚNI PIERSIOWYCH INDYCZEK W ZALEŻNOŚCI OD METODY I CZASU PRZECHOWYWANIA CHŁODNICZEGO

Streszczenie

Nowoczesną metodą przedłużania trwałości mięsa jest chłodnicze przechowywanie w kontrolowanej atmosferze. Celem pracy było określenie wpływu dwóch metod przechowywania mięśni piersiowych indyczek: w atmosferze gazów kontrolowanych o składzie 95 % azotu i 5 % tlenu oraz w powietrzu atmosferycznym o temp. 2 °C, w ciągu od 5 do 25 dób, na ich właściwości sensoryczne oraz ogólną liczbę drobnoustrojów. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego w czasie chłodniczego przechowywania mięśni oraz obniżenie jakości sensorycznej decydowały o przydatności mięśni do spożycia. Wielkość zanieczyszczenia mikrobiologicznego uznano za zadowalającą, a oceniane zmiany sensoryczne za niewielkie w nieopakowanych mięśniach przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez 10 dób. Natomiast w mięśniach przechowywanych w powietrzu atmosferycznym wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów oraz duże zmiany jakości sensorycznej ograniczały czas przechowywania mięśni do 5 dób.

Słowa kluczowe: mięśnie piersiowe, kontrolowana atmosfera, przechowywanie chłodnicze

Wprowadzenie

Mimo dynamicznego rozwoju przemysłowego przetwórstwa mięsa drobiowego, w tym mięsa indyków, w sprzedaży wysoki udział ma nadal mięso chłodzone o niskim stopniu przetworzenia. Mięso takie oferowane jest konsumentom w postaci całych tuszek, elementów tuszek lub filetów z mięśni. Mięso drobiowe w takiej postaci łatwo znajduje nabywców, ponieważ poddane obróbce cieplnej zachowuje charakterystyczną gatunkową smakowość [4]. Ponadto mięso chłodzone charakteryzuje się wyższą jakością niż mięso mrożone [7].

Prof. dr hab. J. Kondratowicz, dr inż. I. Chwastowska-Siwiecka, mgr inż. E. Burczyk, mgr inż. J. Piekarska, dr inż. Ż. Kułdo, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn

Nowoczesną metodą przedłużania trwałości mięsa jest chłodnicze przechowywanie w kontrolowanej (KA) lub modyfikowanej (MA) atmosferze. Jak podaje Krala [7], zasadnicza różnica między modyfikowaną a kontrolowaną atmosferą polega na tym, że skład MA ustala się tylko raz w chwili rozpoczęcia przechowywania, natomiast skład KA podlega stałemu pomiarowi i jest korygowany w czasie. Zalety tych metod w kształtowaniu wysokiej jakości i bezpieczeństwa mikrobiologicznego przechowywanego mięsa sprawiły, że w ostatnich latach przeprowadzono wiele badań, szczególnie nad przechowywaniem mięsa drobiowego w modyfikowanej atmosferze, a głównie jej wpływu na procesy mikrobiologiczne i tym samym trwałość mięsa [5, 6]. Niewiele jest natomiast informacji o stosowaniu kontrolowanej atmosfery do chłodniczego przechowywania mięsa drobiowego. Przechowywanie w kontrolowanej atmosferze wymaga specjalnie do tego celu dostosowanych komór chłodniczych, jednak stosowanie metody jest korzystne ekonomicznie, gdyż uzyskiwana z fazy skroplonej mieszanka gazowa jednocześnie stanowi medium chłodnicze.

Uwzględniając powyższe informacje przeprowadzono badania, których celem było określenie wpływu dwóch metod przechowywania mięśni piersiowych indyczek: w atmosferze gazów kontrolowanych o składzie 95 % N₂ i 5 % O₂ oraz w powietrzu atmosferycznym o temp. 2 °C, w ciągu od 5 do 25 dób, na ich właściwości sensoryczne oraz ogólną liczbę drobnoustrojów.

Materiały i metody badań

Materiał badawczy stanowiły indyczki typu ciężkiego BIG-6 pochodzące z fermy, odchowane do wieku 16 tygodni, o masie przedubojowej około 10 kg. Uboj indyczek i obróbkę poubojową tuszek prowadzono metodą przemysłową zgodnie z wymaganiami techniczno-sanitarnymi obowiązującymi w przemyśle drobiarskim [11]. Po uboju tuszki poddawano schładzaniu metodą dwustopniową w tunelu owiewowym do temp. około 2 °C przez 12 h.

Badania prowadzono na mięśniach piersiowych (*musculus pectoralis*), charakteryzujących się poprawną jakością mięsa świeżego. Jako kryterium oceny jakości przyjęto wartość pH₁, oznaczoną w mięśniu piersiowym, stosując pH-metr firmy Radiometer, po 15 - 20 min od uboju indyczek. Uznawano, że mięśniami o normalnej jakości były te, których wartość pH₁ wynosiła od 5,90 do 6,20 (eliminacja mięśni z wadami PSE i DFD) [3]. Przygotowane do przechowywania mięśnie piersiowe indyczek przewożono w izotermicznych pojemnikach (temp. około 2 °C) do Laboratorium Oceny Jakości Mięsa, gdzie wykonywano badania zasadnicze. Zastosowano dwie technologie przechowywania mięśni piersiowych indyczek w warunkach chłodniczych, a mianowicie: w atmosferze gazów kontrolowanych i w powietrzu atmosferycznym. W każdej metodzie do badań przeznaczono po 50 nieopakowanych próbek mięśni piersiowych o masie około 300 g każda.

Metoda przechowywania mięśni w atmosferze gazów kontrolowanych

Przechowywanie mięśni w atmosferze gazów kontrolowanych prowadzono w komorze chłodniczej KA-600 zasilanej automatycznie mieszaniną skroplonego azotu i tlenu ze zbiornika TS-500 L'ari Liquide. Zastosowano następujące warunki przechowywania: temp. 2 °C, stężenie azotu gazowego 95 %, tlenu 5 %, wilgotność 40 %. Skład atmosfery komory chłodniczej kontrolowano codziennie, stosując miernik zawartości gazów, z dokładnością do 0,2 %. Pomiary temperatury wykonywano automatycznie, za pomocą termometru firmy Therm, natomiast wilgotność kontrolowano przy użyciu psychrometru.

Metoda przechowywania mięśni w powietrzu atmosferycznym

Przechowywanie mięśni w powietrzu atmosferycznym prowadzono w komorze chłodniczej typu Polar 600, zasilanej agregatem sprężarkowym. Temperaturę 2 °C utrzymywano automatycznie za pomocą termostatu. Wilgotność względna w komorze wahała się w granicach od 40 do 50 %. Nie stosowano nadmuchu powietrza.

Eliminację mięśni przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez 25 dób i w powietrzu atmosferycznym przez 20 dób przeprowadzono, uwzględniając następujące kryteria: wartość pH powyżej 6,00, ogólna liczba drobnoustrojów w 1 g mięsa powyżej 5×10^8 , ocenę sensoryczną – szarozielone przebarwienie powierzchni mięśni, śluz oraz wyczuwalny gnilny zapach [7, 12].

Metody oceny jakości mięsa

W celu właściwego przygotowania mięśni do analiz laboratoryjnych usuwano zewnętrzne błony otaczające oraz tłuszcz z powierzchni próbek. Badania wykonywano w mięśniach świeżych po upływie 24 h od momentu uboju indycek oraz po: 5, 10, 15 i 20 dobach przechowywania chłodniczego. Jakość mięśni oceniano uwzględniając: wielkość ubytków masy w procesie przechowywania, właściwości sensoryczne mięśni, a także oznaczano ogólną liczbę drobnoustrojów tlenowych w 1 g mięsa [14]. Badania wykonano na podłożu PCA (Plate Count Agar, Oxoid). Wyniki końcowe wyrażono w postaci logarytmu dziesiętnego jednostek tworzących kolonie w 1 g mięsa.

Ocenę właściwości sensorycznych mięśni wykonywano według metodyki podanej przez Baryłko-Pikielną i Matuszewską [1]. Próbkę mięśni o masie około 200 g wykrawano w poprzek włókien i poddawano obróbce termicznej polegającej na gotowaniu mięsa w 0,62 % roztworze NaCl (stosunek wagowy roztworu do próbki mięsa 2:1) w temp. 75 °C. Wszystkie oceniane próby znajdowały się w przykrytych naczynkach, oznaczonych kodami cyfrowymi. Degustację prowadzono w temp. 20 °C. Zastosowano 5-punktową ocenę sensoryczną jakości cząstkowej, oceniając następujące wskaźniki

jakościowe: zapach, soczystość, kruchość, smakowitość. Ocenę przeprowadzał stały, przeszkolony 5-osobowy zespół laboratoryjny, sprawdzony pod względem wrażliwości sensorycznej na trzech niezależnych sesjach ocen.

Otrzymane wyniki doświadczenia poddano analizie statystycznej, uwzględniając podstawowe miary statystyczne (\bar{x} , s). Istotność różnic między grupami określono za pomocą testu Duncana, stosując program komputerowy Statistica wersja 8.0.

Wyniki i ich omówienie

Wyniki oceny jakości sensorycznej i zawartości ogólnej liczby drobnoustrojów w mięśniach piersiowych indyczek przeprowadzonej przed przechowywaniem chłodniczym przedstawiono w tab. 1. Wartość pH badanych mięśni piersiowych wynosiła średnio 5,55, co wskazywało na ich poprawną jakość [3]. W 5-punktowej sensorycznej ocenie jakości analizowane mięso uzyskało za wszystkie wyróżniki sensoryczne od 4,8 do 5,0 pkt, a więc charakteryzowało się bardzo dobrą jakością. Analiza mikrobiologiczna wykazała, że w chwili rozpoczęcia przechowywania ogólna liczba drobnoustrojów kształtowała się średnio na poziomie $2,75 \cdot 10^4$ jtk/g. Stwierdzony poziom początkowego zanieczyszczenia mikrobiologicznego schłodzonych mięśni można uznać za przeciętny, mieszczący się w granicach obowiązujących norm [12].

Tabela 1

Jakość sensoryczna i ogólna liczba drobnoustrojów w mięśniach piersiowych indyczek przed przechowywaniem chłodniczym.

Sensory quality and total count of microbes in breast muscles of turkey hens prior to cold storage.

Wyszczególnienie / Specification	Rodzaj tkanki Sort of tissue	\bar{X}	s
pH	<i>musculus pectoralis</i>	5,60	0,11
Zapach – natężenie [pkt] / Aroma – intensity [points]	<i>musculus pectoralis</i>	5,00	0,00
Zapach – pożądalność [pkt] / Aroma – desirability [points]	<i>musculus pectoralis</i>	5,00	0,00
Soczystość [pkt] / Juiciness [points]	<i>musculus pectoralis</i>	4,80	0,40
Kruchość [pkt] / Tenderness [points]	<i>musculus pectoralis</i>	4,90	0,34
Smakowitość – natężenie [pkt] Flavour – intensity [points]	<i>musculus pectoralis</i>	5,00	0,00
Smakowitość – pożądalność [pkt] Flavour – desirability [points]	<i>musculus pectoralis</i>	5,00	0,00
Ogólna liczba bakterii metoda zalewowa [jtk/g] Total count of bacteria – por-plate technique [cfu/g]	<i>musculus pectoralis</i>	$2,75 \cdot 10^4$	$1,11 \cdot 10^4$

n = 10

Wartości liczbowe charakteryzujące ubytki masy i jakość sensoryczną nieopakowanych mięśni piersiowych indyczek w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego przedstawiono w tab. 2. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że czas przechowywania miał istotny wpływ na wielkość ubytków masy mięśni. W obu stosowanych metodach ubytki masy mięśni piersiowych wykazywały istotny wzrost w miarę wydłużania czasu przechowywania chłodniczego z 5 do 20 dób. W rezultacie po 20 dobach przechowywania mięśni w atmosferze gazów kontrolowanych ubytki masy wynosiły 2,77 %. Natomiast w powietrzu atmosferycznym straty te były nieznacznie mniejsze i po 15 dobach przechowywania wynosiły 2,60 %. Można sądzić, że wielkość ubytków masy mięśni w czasie przechowywania zależała od szybkości parowania wody i wycieku soku w miarę przedłużania czasu przechowywania [5].

Kwasowość końcowa badanych mięśni po 5 dobach przechowywania w obu technologiach była podobna, a różnice statystycznie nieistotne. W miarę wydłużania czasu chłodniczego przechowywania wartość pH końcowego analizowanej tkanki mięśniowej istotnie wzrastała zależnie od zastosowanych metod przechowywania. Najszybszy wzrost pH nastąpił w mięśniach piersiowych przechowywanych w powietrzu atmosferycznym po 15 dobach (pH – 5,87). Natomiast zastosowanie kontrolowanej atmosfery ograniczyło wzrost badanego wskaźnika jakości mięsa i był on tym wolniejszy, im dłuższy był okres przechowywania chłodniczego (pH po 20 dobach – 5,76). Uzasadniona wydaje się zatem sugestia, że mogło to wynikać z ograniczenia przez atmosferę ochronną zakresu zmian proteolitycznych białek mięśniowych, które zawsze prowadzą do stopniowej alkalizacji przechowywanych mięśni [4].

Zastosowane metody i czas przechowywania miały istotny wpływ na oceny zarówno natężenia, jak i pożądalności zapachu mięsa. Mięśnie piersiowe przechowywane w atmosferze kontrolowanej od 5 do 20 dób charakteryzowały się bardzo zdecydowanym natężeniem zapachu. W przypadku mięśni piersiowych przechowywanych w powietrzu atmosferycznym natężenie zapachu obniżało się z bardzo zdecydowanego po 5 dobach przechowywania (5,0 pkt) do prawie obojętnego po 15 dobach (3,5 pkt). Wraz z upływem czasu przechowywania w atmosferze gazów kontrolowanych wyraźnemu obniżeniu ulegały oceny pożądalności zapachu – po 15 dobach przechowywania chłodniczego do 3,8 pkt, a po 20 dobach przechowywania uzyskując ocenę obojętną (3,4 pkt). Mogło to wskazywać na znaczny stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego. Zmiany pożądalności zapachu mięśni piersiowych przechowywanych w powietrzu atmosferycznym były jeszcze bardziej intensywne. Próby przechowywane 5 dób charakteryzowały się bardzo zdecydowanym i pożądanym zapachem (5,0 pkt). Natomiast po 10 i 15 dobach składowania pożądalność zapachu uległa istotnemu pogorszeniu (odpowiednio do 3,2 i 3,0 pkt). Mogło to wskazywać na rozpoczynający się proces mikrobiologicznego zepsucia mięsa przechowywanego tą metodą.

Analizując wyniki oceny soczystości mięśni nieopakowanych stwierdzono, że w miarę wydłużania czasu przechowywania wartości te malały. Po 20 dobach przechowywania mięśni w atmosferze gazów kontrolowanych i po 15 dobach w powietrzu atmosferycznym soczystość prób zmniejszyła się do poziomu słabo soczystych (odpowiednio noty 3,5 i 3,3 pkt). Przyczyn tego faktu można upatrywać w większych ubytkach masy mięśni w czasie przechowywania chłodniczego na skutek parowania wody i samoczynnego wycieku soku mięsnego.

W przeprowadzonym eksperymencie stwierdzono również istotny wpływ czasu przechowywania na kruchość mięśni. Wraz z wydłużaniem czasu przechowywania zarówno w atmosferze gazów kontrolowanych, jak i w powietrzu atmosferycznym, kruchość mięśni piersiowych indyczek ulegała zmniejszeniu. Wartość tego wyróżnika sensorycznego koresponduje bowiem z soczystością mięsa [1].

Rozpatrując wpływ metod i czasu przechowywania chłodniczego wykazano, że pod względem natężenia i pożądalności najlepszą smakowitością charakteryzowały się próby mięśni po 5 dobach, niezależnie od zastosowanych metod. W obu zastosowanych metodach stwierdzono istotne pogorszenie smakowitości w miarę wydłużania czasu przechowywania chłodniczego. W atmosferze kontrolowanej po 20 dobach przechowywania smakowitość mięśni była na poziomie obojętnym. Natomiast w powietrzu atmosferycznym mięśnie po 10 dobach charakteryzowały się smakowitością obojętną, a po 15 dobach niepożądaną. Uzyskane wyniki oceny mogą świadczyć o rozpoczętym procesie chłodniczego zepsucia mięsa. Główną jednak przyczyną znacznego pogarszania się smakowitości mięsa w czasie przechowywania jest oddziaływanie enzymów bakteryjnych [10].

Orientacyjnym wskaźnikiem jakości mikrobiologicznej mięsa chłodzonego jest ogólna liczba drobnoustrojów w 1 g [7]. Najczęściej wartość tego wskaźnika osiąga poziom krytyczny zdecydowanie wcześniej, przed wystąpieniem sensorycznych oznak zepsucia [9]. W tab. 3. przedstawiono wyniki badań mikrobiologicznych nieopakowanego mięsa indyczek w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego. Zastosowane metody oraz czas przechowywania miały istotny wpływ na ogólną liczbę drobnoustrojów w mięśniach. W atmosferze gazów kontrolowanych następował systematyczny wzrost zanieczyszczenia mikrobiologicznego wraz z upływem czasu przechowywania chłodniczego. Ogólna liczba drobnoustrojów w mięśniach oznaczona w 15. dobie przechowywania przekroczyła wartość progową 5×10^6 jtk/g tkanki mięśniowej [13]. W związku z tym należy uznać, że stwierdzony w tym czasie poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego chłodzonych mięśni piersiowych indyczek był niezadowolający i wykluczał ich przydatność do spożycia. Również badania zmian jakości sensorycznej mięśni wykazały obniżenie szczególnie pożądalności zapachu i smakowitości.

Wyniki oceny stanu zanieczyszczenia bakteryjnego nieopakowanych mięśni przechowywanych w powietrzu atmosferycznym wskazują, że już w 10. dobie przechowywania mięśnie wykazywały stopień zanieczyszczenia, który według normy [13] wykluczał ich spożycie. Należy stwierdzić, że ogólna liczba drobnoustrojów w chłodzonych mięśniach przekroczyła akceptowaną wartość progową znacznie szybciej niż wystąpiły oznaki zepsucia postrzeganego sensorycznie.

Tabela 2

Ubytki masy i jakość sensoryczna mięśni piersiowych indyczek w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego.

Weight losses and sensory quality of breast muscles of turkey hens depending on the method and time of cold storage.

Wyszczególnienie Specification	Miara statyst. Statistical measure	Metoda przechowywania / Method of storage						
		Atmosfera kontrolowana Controlled atmosphere				Powietrze atmosferyczne Atmospheric Air		
		Czas przechowywania [doby] / Time of storage [days]						
		5	10	15	20	5	10	15
Ubytki masy w procesie przechowywania Weight of losses during storage [%]	\bar{X}	1,49 ^b	1,62 ^b	2,23 ^c	2,77 ^a	1,64 ^b	2,35 ^c	2,60 ^a
	s	0,18	0,15	0,62	0,79	0,59	0,78	0,53
pH (po przechowywaniu) (after storage)	\bar{X}	5,62 ^b	5,66 ^b	5,68 ^b	5,76 ^c	5,62 ^b	5,71 ^c	5,87 ^a
	s	0,08	0,10	0,11	0,09	0,11	0,11	0,11
Zapach – natężenie [pkt] Aroma- intensity [points]	\bar{X}	5,00 ^a	4,95 ^a	4,70 ^b	4,45 ^c	5,00 ^a	4,35 ^c	3,50 ^d
	s	0,00	0,16	0,35	0,50	0,00	0,41	0,82
Zapach – pożądalność [pkt] Aroma – desirability [points]	\bar{X}	5,00 ^a	5,00 ^a	3,80 ^b	3,40 ^c	5,00 ^a	3,20 ^d	3,00 ^d
	s	0,00	0,00	0,55	0,55	0,00	0,42	0,82
Soczystość [pkt] Juiciness [points]	\bar{X}	4,70 ^a	4,30 ^a	3,80 ^b	3,50 ^b	4,70 ^a	3,85 ^b	3,30 ^c
	s	0,45	0,35	0,45	0,53	0,42	0,94	0,48
Kruchość [pkt] Tenderness [points]	\bar{X}	4,95 ^a	4,65 ^a	4,10 ^b	3,90 ^b	4,90 ^a	3,50 ^c	3,10 ^d
	s	0,16	0,52	0,61	0,32	0,32	0,37	0,60
Smakowitość – natężenie [pkt] Taste – intensity [points]	\bar{X}	5,00 ^a	4,70 ^a	3,80 ^b	3,50 ^b	5,00 ^a	3,65 ^b	3,00 ^c
	s	0,00	0,26	0,27	0,53	0,00	0,41	0,47
Smakowitość – pożądalność [pkt] Taste – desirability [points]	\bar{X}	5,00 ^a	4,80 ^a	3,85 ^b	3,65 ^b	4,70 ^a	3,00 ^c	2,00 ^d
	s	0,00	0,42	0,47	0,41	0,26	0,47	0,00

Objaśnienia: / Explanatory notes:

n = 10

^{ab...} wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $P \leq 0,01$ / values denotes by different letters differ statistically significant at $P \leq 0.01$.

W literaturze brak jest informacji dotyczących stosowania kontrolowanej atmosfery o składzie 95 % N₂ i 5 % O₂ w chłodniczym przechowywaniu mięsa indyczego. Według Krali [7] azot opóźnia procesy oksydacyjne jełczenia tłuszczów oraz hamuje rozwój mikroorganizmów tlenowych. Niewielki dodatek tlenu w składzie kontrolowanej atmosfery zapobiega nadmiernemu rozwojowi bakterii fermentacji mlekowej oraz ogranicza wzrost beztlenowych bakterii chorobotwórczych. Również według cytowanego autora resztkowa zawartość tlenu w mieszaninie gazów ochronnych jest niezbędna, gdyż umożliwi wzrost bakterii gnilnych dających oznaki zepsucia mięsa w postaci nieprzyjemnego zapachu. Są one sygnałem ostrzegawczym dla konsumenta, że w przechowywanym produkcie zachodzą niekorzystne zmiany sensoryczne.

Tabela 3

Ogólna liczba drobnoustrojów w mięśniach piersiowych indyczek w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego.
Total count of microbes in breast muscles of turkey hens depending on the method and time of cold storage.

Wyszczególnienie Specification	Miara stat. Statistical measures	Metoda przechowywania / Method of storage						
		Atmosfera kontrolowana Controlled atmosphere				Powietrze atmosferyczne Atmospheric Air		
		Czas przechowywania [doby] / Time of storage [days]						
		5	10	15	20	5	10	15
Ogólna liczba drobnoustrojów [jtk/g] Total counts of microbes [cfu/g]	\bar{X}	$2,08 \cdot 10^{5a}$	$5,68 \cdot 10^{5a}$	$6,00 \cdot 10^{6b}$	$1,28 \cdot 10^{8c}$	$3,40 \cdot 10^{6b}$	$6,96 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^{8c}$
	SD	$5,91 \cdot 10^4$	$1,73 \cdot 10^5$	$2,83 \cdot 10^6$	$5,99 \cdot 10^7$	$8,45 \cdot 10^5$	$4,80 \cdot 10^7$	$4,88 \cdot 10^7$
	min.	$1,25 \cdot 10^5$	$3,84 \cdot 10^5$	$3,19 \cdot 10^6$	$5,01 \cdot 10^7$	$2,45 \cdot 10^6$	$7,15 \cdot 10^6$	$7,60 \cdot 10^7$
	max.	$2,85 \cdot 10^5$	$7,01 \cdot 10^5$	$7,75 \cdot 10^6$	$2,10 \cdot 10^8$	$4,75 \cdot 10^6$	$1,25 \cdot 10^8$	$2,00 \cdot 10^8$

Objaśnienia, jak pod tab. 1. / Explanatory notes as In Tab. 1.

Drobnoustroje rodzaju *Pseudomonas* uważane są za główne bakterie powodujące psucie świeżego mięsa podczas chłodniczego przechowywania w warunkach tlenowych. Oddziaływanie tych mikroorganizmów polega na enzymatycznym przyspieszeniu proteolizy białek oraz procesów oksydacyjnych i hydrolitycznych tłuszczów tkankowych. Wydzielają one bowiem do podłoża enzymy, które umożliwiają przetworzenie złożonych struktur białkowych i tłuszczów na prostsze, przyswajalne. Rozwój *Pseudomonas* powoduje obniżenie stężenia jonów wodorowych w tkance, wzrost poziomu wolnych kwasów tłuszczowych oraz spadek zawartości oksymyoglobiny w powierzchniowej warstwie tkanki mięśniowej ze 100 do 0 % [8]. Bakterie te wspólnie z innymi rodzajami drobnoustrojów przyczyniają się do powstawania gnilnego zapa-

chu związanego z rozpoczynającym się procesem psucia mięsa. Proces ten przebiega intensywnie kiedy liczba bakterii osiągnie wartość 5×10^8 jtk/g, co objawia się wytworzeniem śluzu [2].

Efekt przechowywania mięsa drobiowego w atmosferze gazów ochronnych w dużym stopniu zależy również od temperatury przechowywania. Nawet niewielkie jej wahania w zakresie ± 1 °C podczas chłodniczego przechowywania powodują znaczny wzrost liczby bakterii i kilkudobową zmianę okresu trwałości mięsa. Zgodnie z normą [12] schłodzone elementy tuszek indyckich przechowywanych w powietrzu atmosferycznym w temp. od 0 do 2 °C zachowują dobrą jakość w ciągu 5 dób, co potwierdziły przedstawione w pracy wyniki. Natomiast zastosowana metoda przechowywania w atmosferze gazów kontrolnych okazała się dobrym sposobem technologicznym do przedłużenia trwałości mięsa indyków w warunkach chłodniczych.

Wnioski

1. Jakość sensoryczna nieopakowanych mięśni piersiowych indyczek zależała od metody i czasu chłodniczego przechowywania (w temp. 2 °C). Stwierdzono, że w miarę wydłużania czasu przechowywania następowało obniżenie jakości sensorycznej mięśni, głównie ich zapachu, soczystości, kruchości i smakowitości. Szybsze tempo zmian występowało w mięśniach przechowywanych w powietrzu atmosferycznym w porównaniu z atmosferą gazów kontrolowanych (o składzie 95 % N₂ i 5 % O₂).
2. Ocena mikrobiologiczna nieopakowanych mięśni piersiowych indyczek przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych wykazała dobrą ich jakość w ciągu 15 dób, natomiast mięśni przechowywanych w powietrzu atmosferycznym w ciągu 5 dób.

Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I.: *Sensoryczne badania żywności. Podstawy – metody – zastosowania*. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2009.
- [2] Blakistone B.A.: *Meats and poultry*. In *Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods*. Blackie Academia and Professional, London 1998, p. 240.
- [3] Gardzielewska J., Jakubowska M., Buryta B., Karamucki T., Natalczyk-Szymkowska W.: Pomiar pH₁ a jakość mięsa kurcząt brojlerów. *Med. Wet.*, 2003, **59** (3), 426-428.
- [4] Kijowski J., Cegielska-Radziejewska A., Krala L.: Shelf – life extension of meat and its further processed products stored under modified atmosphere packaging (MAP) – a review. *Pol. J. Food. Nutr. Sci.*, 2001, **10** (51), **4**, 3-12.
- [5] Kondratowicz J., Podlejska Ż.: Changes in the sensory quality of pork stored in the air and controlled atmosphere. *Natur. Sci.*, 2001, **8**, 175-181.
- [6] Kondratowicz J., Kawałko P.: Zmiany właściwości fizykochemicznych i mikrobiologicznych mięsa kurcząt brojlerów w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **4** (37) Supl, 184-193.

- [7] Krala L.: Oddziaływanie atmosfery kontrolowanej i modyfikowanej na właściwości chłodzonego mięsa kurcząt. *Wyd. Nauk. Politechniki Łódzkiej, Rozp. nauk.*, 1999, **255**, 5-141.
- [8] Kreyenschmidt J., Lohmeyer K., Stahl N.: Charakterisierung des Verderbs von Frischfleisch. *Fleischwirtschaft*, 2002, **82 (10)**, 108-111.
- [9] Lambert A., Smith J., Dodds K.: Effect of headspace CO₂ concentration in MAP fresh pork. *J. Food Prot.*, 1991, **54 (8)**, 588-592.
- [10] Pfeiffer T., Menner M.: Modified atmosphere packaging for self service fresh meat – change of gas atmosphere during storage. *Fleischwirtschaft*, 1999, **79 (12)**, 79-84.
- [11] PN-A-86530:1998. Wymagania techniczno-sanitarne w rzeźni drobiu.
- [12] PN-A-86920:1998. Terminy trwałości drobiu i elementów z drobiu.
- [13] PN-A-86527/A1:1998. Półprodukty z mięsa i podrobów.
- [14] PN-EN ISO 4833:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w temp. 30 °C.

SENSORY & MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF TURKEY HENS BREAST MUSCLES DEPENDING ON METHOD AND TIME OF COLD STORAGE

S u m m a r y

A modern technique applied to prolong the shelf-life of meat products is storage in a controlled atmosphere. The objective of this study was to determine the effect of two methods of storing breast muscles of turkey hens on their sensory features and total count of micro-organisms, i.e. storing in the atmosphere of controlled gases composed of 95 % nitrogen and 5 % oxygen and in the atmospheric air at a temperature of 2 °C, for 5 to 25 days. Based on the results of the research conducted, it was found that the microbial contamination degree during the cold storage of breast muscles and the sensory quality reduction determined the suitability of the meat for consumption by people. The microbial contamination level was assessed as satisfactory, and the sensory changes were found insignificant in unpackaged breast muscles stored in the atmosphere of controlled gases for 10 days. However, the increase in total microbial counts and significant changes in sensory quality reduced the time period for storing breast meat of turkey hens to 5 days only.

Key words: breast muscles, controlled atmosphere, cold storage 

TOMASZ DASZKIEWICZ, ANDRZEJ GUGOLEK, PAWEŁ JANISZEWSKI,
IWONA CHWASTOWSKA-SIWIECKA, DOROTA KUBIAK

JAKOŚĆ MIĘSA KRÓLIKÓW RASY BIAŁEJ NOWOZELANDZKIEJ POCHODZĄCEGO Z RÓŻNYCH ELEMENTÓW TUSZKI

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było porównanie jakości mięsa pochodzącego z dwóch podstawowych elementów uzyskiwanych z podziału tuszki króliczej, tj. combra i części tylnej (udźca). Materiał doświadczalny stanowiły króliki rasy białej nowozelandzkiej (10 szt), pochodzące z fermy wielkotowarowej, poddane ubojowi w wieku 91 dni. Króliki do 90. dnia życia żywiono do woli pełnoporcjową mieszką granulowaną z dodatkiem kokcydiostatyku (robenidyna).

Przeprowadzone badania potwierdziły znaczne walory odżywcze i dietetyczne mięsa królików (duża zawartość białka ogólnego i składników mineralnych oraz mała tłuszczu). Ponadto stwierdzono zróżnicowanie jakości mięsa uzyskanego z combra (*M. longissimus lumborum*) i części tylnej (mięso z udźca) tuszki królików rasy białej nowozelandzkiej. *M. longissimus lumborum* w porównaniu z mięsem z udźca zawierał więcej białka ogólnego oraz mniej tłuszczu, a jego barwa była jaśniejsza i charakteryzowała się większym udziałem barwy czerwonej oraz większym nasyceniem.

Słowa kluczowe: króliki, rasa biała nowozelandzka, jakość mięsa

Wprowadzenie

Analiza aktualnych preferencji konsumentów w odniesieniu do mięsa i produktów mięsnych wskazuje, że poszukują oni produktów najwyższej jakości, charakteryzujących się świeżością, odpowiednią wartością odżywczą oraz atrakcyjnych pod względem cech sensorycznych (smakowitość, soczystość, kruchość) [11, 12, 23]. Ponadto stale rosnąca wiedza i świadomość konsumentów sprawiają, że coraz więcej uwagi zwracają oni na prozdrowotne cechy produktów żywnościowych, obejmujące m.in. ich małą kaloryczność, małą zawartość cholesterolu oraz obniżoną wartość stosunku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych *n-6* do *n-3* [11, 19]. Coraz liczniej reprezento-

Dr hab. T. Daszkiewicz, prof. UWM, dr inż. I. Chwastowska-Siwiecka, mgr inż. D. Kubiak, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, dr hab. A. Gugolek, prof. UWM, dr hab. P. Janiszewski, Katedra Hodowli Zwierząt Futerkowych i Lowiectwa, Wydz. Biotechnologii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn

wane jest również grono konsumentów poszukujących na rynku mięsa i produktów mięsnych alternatywnych w stosunku do tradycyjnie oferowanych, a więc uzyskanych ze ssaków rzeźnych i drobiu [16]. Surowcem mięsnym, który spełnia wiele z wymienionych wymagań i oczekiwań konsumentów jest mięso królików.

Jak podają Salvini i wsp. [27], mięso królików w przeliczeniu na 100 g świeżej tkanki ma średnią wartość kaloryczną 618 kJ i zawiera mniej tłuszczu (średnio 6,8 g) oraz cholesterolu (średnio 53 mg), a więcej białka (średnio 21 g) w porównaniu z mięsem czerwonym. Bardzo korzystnie kształtuje się również profil kwasów tłuszczowych mięsa królików. Dalle Zotte [7] podaje, że mięso tych zwierząt zawiera stosunkowo dużo wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz charakteryzuje się bardzo niskim stosunkiem kwasów tłuszczowych $n-6$ do $n-3$. Wysoko oceniana jest również kruchość i smakowitość mięsa króliczego, pomimo że niekiedy jego cechy smakowo-zapachowe charakteryzuje się jako typowe dla dziczyzny, co nie jest akceptowane przez niektórych konsumentów [10].

Celem przeprowadzonych badań było porównanie jakości mięsa pochodzącego z dwóch podstawowych elementów uzyskiwanych z podziału tuszki króliczej, tj. combra i części tylnej (udźca).

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły króliki rasy białej nowozelandzkiej (10 szt, samce). Zwierzęta pochodziły z wykotów wiosennych o zbliżonym terminie (w przeciągu dwóch dni) na tej samej farmie. Do badań wybrano zwierzęta z miotów liczących 6 - 8 królicząt.

Króliki utrzymywano w zamkniętym pomieszczeniu (naturalne oświetlenie, temp. 15 - 20 °C), w klatkach z ocynkowanej siatki z podłogą rusztową o wymiarach 0,4 m × 0,6 m × 0,32 m, po 4 sztuki w każdej (16,7 sztuk/m²). Zwierzęta doświadczalne żywiono tak, jak pozostałe zwierzęta na farmie, tj. do woli mieszanką granulowaną zawierającą: 16,50 % białka ogólnego, 15,40 % włókna surowego i 3,10 % tłuszczu surowego. Wartość energetyczna podawanej mieszanki wynosiła 14,63 MJ/kg. Ponadto do podawanej mieszanki dodawano kokcydiostatyk – robenidynę.

Po zakończeniu tuczu, tj. w 91. dniu życia króliki poddano ubojowi. Przed ubojem króliki były głodzone przez 24 h, a następnie ważone. Po 24-godzinnym chłodzeniu (temp. 0 - 3 °C) tuszki dzielono na części zasadnicze uzyskując:

- głowę – odcinano w stawie potylicznym,
- część przednią – odcinano między ostatnim kręgiem piersiowym a pierwszym kręgiem lędźwiowym,
- comber – odcinano za ostatnim kręgiem lędźwiowym,
- część tylną – część tuszki pozostała po odcięciu od przodu combra, obejmująca okolice krzyżową wraz z odnóżami tylnymi.

Uzyskane z podziału tuszki comber i część tylną tuszki poddawano wykrawaniu. Mięso otrzymane z każdego combra (*m. longissimus lumborum*) oraz z części tylnej tuszki przewożono do laboratorium. W laboratorium ok. 28 - 30 h od momentu uboju zwierząt dokonywano analiz laboratoryjnych.

Przed przystąpieniem do analizy jakości mięsa, dostarczone do laboratorium próbki rozdrabniano trzykrotnie w wilku laboratoryjnym z użyciem siatki o średnicy oczek 3 mm. Zmieloną masę dokładnie mieszano i pobierano z niej próbki do analiz. Przedmiotem analiz laboratoryjnych był skład chemiczny oraz właściwości fizykochemiczne mięsa.

Ocena podstawowego składu chemicznego mięsa obejmowała określenie w nim zawartości: suchej masy, białka ogólnego metodą Kjeldahla, tłuszczu metodą Soxhleta (eter dietylowy jako rozpuszczalnik) oraz związków mineralnych w postaci popiołu [1]. Ponadto określano w mięsie metodą Kjeldahla zawartość frakcji związków azotu w wyciągu wodnym z mięsa (azot całkowity, azot niebiałkowy). Zawartość azotu związków białkowych w wyciągu wodnym z mięsa obliczano z różnicy między ilością azotu całkowitego i azotu niebiałkowego. Wyciąg wodny z mięsa przygotowywano metodą Herringa i wsp. [15].

Pomiarów pH dokonywano w homogenacie wodnym mięsa (stosunek wody redestylowanej i mięsa 1:1) przy użyciu elektrody kombinowanej Polilyte Lab firmy Hamilton i pH-metru pH 340i z czujnikiem temperatury TFK 325 firmy WTW.

Charakterystykę barwy mięsa dokonywano na podstawie wartości parametrów $L^*a^*b^*C^*$ w układzie CIE LAB [4]. Parametry L^* , a^* i b^* określano metodą odbicia światła za pomocą aparatu MiniScan XE Plus firmy HunterLab przez bezpośredni 3-krotny pomiar powierzchni zmielonego mięsa w różnych miejscach. Pomiarów prowadzono po 0,5 h przetrzymaniu próbek w temp. 4 °C, przykrytych folią przepuszczalną dla O_2 i nieprzepuszczalną dla H_2O .

Wartość liczby TBARS określano metodą opisaną przez Pikula i wsp. [24]. Absorbancję próbek mierzono spektrofotometrem Specord 40 firmy Analytik Jena AG, a wartość liczby TBARS wyrażano w mg dialdehydu malonowego w 1 kg mięsa.

Wodochłonność mięsa określano metodą Graua i Hamma [31].

Wyniki badań opracowano statystycznie w programie komputerowym Statistica, wersja 9.0 [28]. Statystyczną istotność różnic między wartościami średnimi grup oszacowano za pomocą testu t-Studenta.

Wyniki i dyskusja

Analiza podstawowego składu chemicznego mięsa wykazała, że *m. longissimus lumborum* w porównaniu z mięsem z udźca charakteryzował się większą ($P > 0,05$) zawartością suchej masy oraz wyraźnie większą ($P \leq 0,01$) zawartością białka ogólnego (tab. 1). Różnice między wartościami średnimi wynosiły 0,48 % w przypadku za-

wartości suchej masy i 0,73 % w przypadku zawartości białka ogólnego. Większa zawartość wody przy jednocześnie mniejszej zawartości białka w mięsie z udźca skutkowałą większą wartością stosunku woda/białko w tym mięsie w porównaniu z wartością analizowanego wskaźnika dotyczącego *m. longissimus lumborum* (tab. 1). Różnica między wartościami średnimi grup była statystycznie istotna ($P \leq 0,01$).

Tabela 1

Podstawowy skład chemiczny mięsa królików rasy białej nowozelandzkiej.
Basic chemical composition of rabbit meat of New Zealand White breed.

Wyszczególnienie Specification	Miara statyst. Stat. meas.	Rodzaj mięsa Meat type	
		<i>m. longissimus lumborum</i>	mięso z udźca meat from leg
Sucha masa / Dry matter[%]	\bar{X} s	24,27 0,40	23,79 0,70
Białko ogólne / Total protein[%]	\bar{X} s	22,78 ^A 0,53	22,05 ^B 0,53
Stosunek woda/białko (W/B) Water/protein ratio (W/P)	\bar{X} s	3,33 ^A 0,09	3,46 ^B 0,11
Tłuszcz / Fat [%]	\bar{X} s	0,33 ^a 0,15	0,69 ^b 0,43
Popiół / Ash [%]	\bar{X} s	1,36 0,07	1,33 0,06
Stosunek N całkowitego związków rozpuszczalnych w wodzie do N całkowitego w mięsie [%] Ratio between water-soluble N and total N [%]	\bar{X} s	26,40 2,75	25,24 2,25
Stosunek N związków niebiałkowych rozpuszczalnych w wodzie do N całkowitego w mięsie [%] Ratio between water-soluble non-protein N and total N in meat [%]	\bar{X} s	12,52 ^a 0,99	11,39 ^b 1,09
Stosunek N związków białkowych rozpuszczalnych w wodzie do N całkowitego w mięsie [%] Ratio between water-soluble protein N and total N in meat [%]	\bar{X} s	13,87 1,97	13,85 2,14

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie, AB- $P \leq 0,01$; ab - $P \leq 0,05$

Values denoted by different letters in the lines differ statistically significantly, AB- $P \leq 0.01$; ab - $P \leq 0.05$.

Badane mięso odznaczało się małą zawartością tłuszczu (tab. 1). Średni udział tego składnika w mięsie z udźca wynosił 0,69 % i był większy o 0,36 % w porównaniu

z jego zawartością w *m. longissimus lumborum*. Stwierdzona różnica między wartościami średnimi grup była statystycznie istotna ($P \leq 0,05$).

Na bardzo wysokim poziomie kształtowała się zawartość związków mineralnych oznaczona w postaci popiołu w badanym mięsie (tab. 1). W obu rodzajach badanych próbek mięsa średni udział tego składnika był zbliżony ($P > 0,05$) i wynosił ponad 1,3 %.

Uzyskane wyniki wskazujące na dużą zawartość białka ogólnego i związków mineralnych w postaci popiołu oraz małą tłuszczu w mięsie królików są zgodne z wynikami innych badaczy [22, 29]. Cytowani autorzy podają, że udział białka, tłuszczu i popiołu w badanym przez nich mięśni LD królików rasy białej nowozelandzkiej wynosił odpowiednio: 23,6 - 23,9 %; 0,65 - 1,12 % i 1,29 %, natomiast w mięsie z udźca odpowiednio: 21,3 - 22,8 %, 2,01 - 2,48 %, 1,29 %. Wyniki tych badań, podobnie jak wyniki badań własnych, wskazują, że mięsień LD królików w porównaniu z mięsem z udźca charakteryzuje się większą zawartością białka ogólnego i mniejszą tłuszczu oraz porównywalną zawartością popiołu.

Wyciąg wodny z mięsa królików charakteryzował się dużą zawartością azotu związków rozpuszczalnych w wodzie (tab. 1). Zawartość azotu związków białkowych, niebiałkowych i azotu całkowitego związków rozpuszczalnych w wodzie w stosunku do całkowitej zawartości azotu w *m. longissimus lumborum* wynosiła odpowiednio 13,87 %, 12,52 % i 26,40 %, natomiast w mięsie z udźca odpowiednio 13,85 %, 11,39 % i 25,24 %. W przypadku zawartości azotu związków niebiałkowych rozpuszczalnych w wodzie różnica między wartościami średnimi grup była statystycznie istotna ($P \leq 0,05$). Dla porównania w badaniach wołowiny (*m. longissimus*), przeprowadzonych przez Daszkiewicza i Wajdę [9], azot związków rozpuszczalnych w wodzie oraz azot związków białkowych i niebiałkowych stanowił odpowiednio 25,79 %, 13,40 % i 12,39 % azotu całkowitego.

Średnie wartości pH *m. longissimus lumborum* oraz mięsa z udźca wynosiły odpowiednio 5,91 oraz 6,07 i nie różniły się statystycznie istotnie ($P > 0,05$) (tab. 2). Łabecka [18] podaje, że mięso królicze wykazuje stosunkowo niskie zakwaszenie po 24 h *post mortem*, a tym samym mniejszą trwałość. Zajac [32] podaje, że wartość pH₂₄ mięsa królików dobrej jakości wynosi 5,7 - 5,9, średniej jakości 6,0 - 6,2, natomiast za niepożądane należy uznać mięso o wartości pH powyżej 6,2. Stwierdzone w badaniach własnych średnie wartości pH₂₄ *m. longissimus lumborum* królików były zbliżone do podanych przez Maj i wsp. [20] (pH₂₄ 5,82 - 5,89) oraz Barrona i wsp. [2] (pH₂₄ 5,8 - 6,3), a wyższe od podanych przez Pla i wsp. [26] (pH₂₄ 5,61 - 5,63). W badaniach Ludewiga i wsp. [17] średnie wartości pH₂₄ *m. biceps femoris* wynosiły od 5,61 do 5,93, w badaniach Barrona i wsp. [2] od 5,9 do 6,2, natomiast w badaniach Pinheiro i wsp. [25] 5,96 - 6,01. Jak podają Dal Bosco i wsp. [5, 6], wartość pH mięsa królików może być kształtowana przez wiele czynników związanych z obrotem przedubojowym

(transport, załadunek i rozładunek zwierząt, obsada zwierząt, tempo wychładzania tuszek), a także systemem ich utrzymania w czasie tuczu. Wyniki badań Pla i wsp. [26] oraz Szkucik i Pyz-Łukasik [30] wykazały również wyraźne różnice między wartościami pH mięśni pochodzących z różnych partii tuszki królików. W badaniach Pla i wsp. [26] wartość pH_{24} *m. longissimus dorsi* była niższa o około 0,1 - 0,15 jednostki w porównaniu z wartością pH *m. biceps femoris*, natomiast w badaniach Szkucika i Pyz-Łukasik [30] o 0,15 jednostki w porównaniu z *m. gluteus medius* i o 0,25 jednostki w porównaniu z *m. biceps brachii*.

Tabela 2

Właściwości fizykochemiczne mięsa królików rasy białej nowozelandzkiej oraz wartość TBARS.
Physical-chemical properties of rabbit meat of New Zealand White breed and TBARS value.

Wyszczególnienie Specification	Miara statyst. Stat. meas.	Rodzaj mięsa Meat type	
		<i>m. longissimus lumborum</i>	mięso z udźca meat from leg
pH_u	\bar{X} s	5,91 0,14	6,07 0,20
L^*	\bar{X} s	59,80 ^a 2,39	57,22 ^b 2,73
a^*	\bar{X} s	1,90 ^A 0,93	6,07 ^B 1,04
b^*	\bar{X} s	13,14 0,68	13,44 0,66
C^*	\bar{X} s	13,30 ^A 0,75	14,77 ^B 0,74
Wodochłonność – metoda Graua i Hamma Water-holding capacity - Grau and Hamm method [cm ²]	\bar{X} s	7,45 1,29	6,97 1,38
Wartość TBARS [mg dialdehydu malonowego/kg mięsa] TBARS value [mg malondialdehyde/kg meat]	\bar{X} s	0,67 0,45	0,61 0,15

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

Analiza parametrów barwy mięsa w układzie CIE LAB wykazała, że próbki mięśnia LD w porównaniu z mięsem z udźca charakteryzowały się większą wartością L^* (jasność) ($P \leq 0,05$) oraz mniejszą wartością a^* (udział barwy czerwonej) ($P \leq 0,01$) (tab. 2). Na zbliżonym poziomie kształtowały się średnie wartości b^* (udział barwy żółtej) ($P > 0,05$) (tab. 2). Zauważalna była jednak tendencja do większej wartości b^* w mięsie z udźca. Konsekwencją niższej wartości a^* w *m. longissimus lumborum*

w porównaniu z mięsem z udźca oraz niższej wartości b^* , była mniejsza ($P \leq 0,01$) wartość C^* (nasycenie barwy) tego mięsa (tab. 2). W badaniach Dalle Zotte i wsp. [8] *m. longissimus dorsi* królików w porównaniu z *m. biceps femoris* również charakteryzował się jaśniejszą barwą oraz mniejszym udziałem barwy czerwonej (a^*) i żółtej (b^*). Mniejsze wartości L^* i a^* w *m. longissimus dorsi* w porównaniu z *m. biceps femoris* wykazali Pla i wsp. [26].

Zbliżone do uzyskanych w badaniach własnych wartości parametru L^* w ocenie barwy mięsa królików (*m. longissimus*) odnotowali Dalle Zotte i wsp. [8] oraz Maria i wsp. [21] (odpowiednio 61,4 - 62,0 i 57,95 - 59,36), natomiast niższe wartości L^* stwierdzili Failla i wsp. [13]: 54,68 - 56,79, Dal Bosco i wsp. [6]: 48,36-50,84 oraz Hernández i wsp. [14]: 56,1. Cytowani autorzy podają bardzo zróżnicowane wartości parametrów a^* (od 2,34 do 4,64) i b^* (od -1,05 do 4,18) barwy mięsa królików, co wskazuje, że mogą one być determinowane przez wiele czynników. Na barwę mięsa królików, tak jak w przypadku zwierząt rzeźnych, pośrednio mogą wpływać czynniki środowiskowe związane z systemem utrzymania [6], stresem przedubojowym [21] czy też przyżyciową aktywnością poszczególnych mięśni [8]. Różnice między średnimi wartościami parametrów L^* , a^* i b^* barwy mięsa podawanymi w literaturze mogą również wynikać z faktu wykorzystywania przez badaczy urządzeń pomiarowych (HunterLab lub Minolta), w których zastosowano różne metody gromadzenia danych z pomiaru odbicia światła i obliczania wymienionych parametrów barwy [3].

Przeprowadzone badania nie wykazały istotnych ($P > 0,05$) różnic wodochłonności mięsa pochodzącego z *m. longissimus lumborum* i udźca oraz wartości TBARS (tab. 2). Wyższe od uzyskanych w badaniach własnych wartości TBARS w mięsie (*m. longissimus lumborum*) królików ubitych w wieku 85 dni stwierdzili Dal Bosco i wsp. [6] (od 1,08 do 3,56 mg MDA kg^{-1}).

Wnioski

1. Analiza podstawowego składu chemicznego potwierdziła duże walory odżywcze i dietetyczne mięsa królików (duża zawartość białka ogólnego i składników mineralnych oraz mała tłuszczu).
2. Stwierdzono zróżnicowanie jakości mięsa uzyskiwanego z combra (mięsień najdłuższy) i części tylnej (mięso z udźca) tuszki królików rasy białej nowozelandzkiej. Mięsień najdłuższy grzbietu w porównaniu z mięsem z udźca zawierał więcej białka ogólnego oraz mniej tłuszczu, a jego barwa była jaśniejsza i charakteryzowała się większym udziałem barwy czerwonej oraz większym nasyceniem.
3. Stwierdzone w przeprowadzonych badaniach różnice jakości mięsa uzyskiwanego z dwóch najcenniejszych elementów tuszki królików, tj. combra i części tylnej (udźca), mogą stanowić podstawę do różnicowania ich ceny w obrocie handlowym.

Literatura

- [1] AOAC. Official Methods of Analysis, 15th Ed. Assoc. of Official Analytical Chemists, Washington 1990.
- [2] Barrón G., Rosas G., Sandoval Ch., Bonilla O., Reyes G., Rico P., Cardona L., Zamora F.: Effect of genotype and sex on pH of *Biceps femoris* and *Longissimus dorsi* muscles in rabbit carcasses. 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico, 2004, September 7-10, pp. 1349-1353.
- [3] Brewer M.S., Novakofski J., Freise K.: Instrumental evaluation of pH effects on ability of pork chops to bloom. *Meat Sci.*, 2006, **72** (4), 596-602.
- [4] CIE (1978). Recommendations on uniform color spaces-color difference equations. Psychometric Color Terms. Supplement No. 2 to CIE Publication No. 15 (E-1.3.1.) 1978, 1971/(TC-1-3), Commission Internationale de l'Éclairage, Paris.
- [5] Dal Bosco A., Castellini C., Bernardini M.: Productive performance and carcass and meat characteristics of cage- or pen-raised rabbits. *World Rabbit Sci.*, 2000, **8**, Suppl., 1, 579-583.
- [6] Dal Bosco A., Castellini C., Mugnai C.: Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits. *Livest. Prod. Sci.*, 2002, **75** (2), 149-156.
- [7] Dalle Zotte A.: Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livest. Prod. Sci.*, 2002, **75** (1), 11-32.
- [8] Dalle Zotte A., Princz Z., Metzger Sz., Szabó A., Radnai I., Biró-Németh E., Orova Z., Szendrő Zs.: Response of fattening rabbits reared under different housing conditions. 2. Carcass and meat quality. *Livest. Sci.*, 2009, **122** (1), 39-47.
- [9] Daszkiewicz T., Wajda S.: Changes in the fractions of nitrogen compounds and in the culinary quality of beef meat during its 14-day conditioning process. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **4** (37) Suppl., 54-62.
- [10] De Carlo, N.: Indagine sulla valorizzazione della qualità nel settore cunicolo Veneto. Workshop Il coniglio nell'alimentazione: aspettative dei consumatori e opportunità per gli operatori. Padova, Italy, 1998, pp. 1-13.
- [11] Dransfield E.: Consumer issues and acceptance of meat. 47th Int. Congr. Meat Sci. Technol., Kraków, Polska, 26-31 august 2001, pp. 72-78.
- [12] Dransfield E.: Consumer acceptance - meat quality aspects. 11th Int. Meat Symp., Pretoria, South Africa, 29-30 january 2003, pp. 146-159.
- [13] Failla S., Contò M., Ballico S., Concetti S., Negretti P.: Performances and meat quality of Leprino Viterbese breed rabbit, bred with three different housing system. 50th Int. Congr. Meat Sci. Technol., Helsinki, Finland, 8-13 august 2004, pp. 1260-1263.
- [14] Hernández P., Ariño B., Grimal A., Blasco A.: Comparison of carcass and meat characteristics of three rabbit lines selected for litter size or growth rate. *Meat Sci.*, 2006, **73** (4), 645-650.
- [15] Herring H.K., Haggard J.H., Hansen L.J.: Studies on chemical and physical properties of pork in relation to quality. *J. Anim. Sci.*, 1971, **33** (3), 578-589.
- [16] Hoffman L.C., Wiklund E.: Game and venison - meat for the modern consumer. *Meat Sci.*, 2006, **74** (1), 197-208.
- [17] Ludewig M., Treel N., Fehlhaber K.: Schlachtausbeute und Fleischqualität von Mastkaninchen in Abhängigkeit vom Alter. *Fleischwirtschaft*, 2003, **6**, 101-103.
- [18] Łabecka S.: Niektóre właściwości fizykochemiczne mięsa królików. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 1999, **17** (1-2), 53-62.
- [19] MacRae J., O'Reilly L., Morgan P.: Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livest. Prod. Sci.*, 2005, **94** (1-2), 95-103.
- [20] Maj D., Bieniek J., Łapa P.: Meat quality of New Zealand White and Californian rabbits and their crosses. *Med. Wet.*, 2008, **64** (3), 351-353.

- [21] Maria G.A., Liste G., Villarroel M., Buil T., Sañudo C., Olleta J.L., López M.: Effect of transport time and season on aspects of rabbit meat quality. 50th Int. Congr. Meat Sci. Technol., Helsinki, Finland, 8-13 august, 2004, pp. 221-224.
- [22] Metzger Sz., Kustos K., Szendrő Zs., Szabó A., Eiben Cs., Nagy I.: The effect of housing system on carcass traits and meat quality of rabbit. World Rabbit Sci., 2003, **11** (1), 1-11.
- [23] Ngapo T. M., Dransfield E. British consumers preferred fatness levels in beef: surveys from 1955, 1982 and 2002. Food Qual. Prefer., 2006, **17** (6), 412-417.
- [24] Pikul J., Leszczyński D.E., Kummerow F.A.: Evaluation of Three Modified TBA Methods for Measuring Lipid Oxidation in Chicken Meat. J. Agric. Food Chem., 1989, **37** (5), 1309-1313.
- [25] Pinheiro V., Silva S.R., Silva J.A., Outor-Monteiro D., Mourão J.L.: Growth and carcass characteristics of rabbits housed in open-air or standard systems. 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy, 10-13 June 2008, pp. 1421-1424.
- [26] Pla M., Guerrero L., Guardia D., Oliver M.A., Blasco A.: Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: I. Between lines comparison. Livest. Prod. Sci., 1998, **54** (2), 115-123.
- [27] Salvini S., Parpinel M., Gnagnarella P., Maisonneuve P., Turrini A.: In: Banca dati di composizione degli alimenti per studi epidemiologici in Italia. Istituto Europeo di Oncologia, Milano, Italy, 1998, p. 958.
- [28] StatSoft, Inc. (2009). STATISTICA (data analysis software system), version 9.0 www.statsoft.com.
- [29] Szkucik K., Libelt K.: Nutritional value of rabbit meat. Med. Wet., 2006, **62** (1), 108-110.
- [30] Szkucik K., Pyz-Lukasik R.: pH value of rabbit meat. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin - Polonia, Sectio DD, 2006, **LXI** (13), 115-118.
- [31] 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** (4), 313-320.
- [32] Zając J.: Wpływ genotypu i płci na niektóre cechy jakościowe mięsa króliczego. Roczn. Nauk. Zoot., 1999, **26** (1), 29-39.

MEAT QUALITY OF VARIOUS CARCASS CUTS OBTAINED FROM NEW ZEALAND WHITE RABBITS

S u m m a r y

The objective of this study was to compare the quality of meat obtained from two primal cuts of rabbit carcass, i.e. the loin and the hind part (leg). The experimental materials comprised rabbits (10) of the New Zealand White breed, from a large commercial farm, slaughtered on the 91st day of their age. Until the 90th day, the animals were fed a complete pelleted diet supplemented with the coccidiostatic drug robenidine.

The analysis performed confirmed the high nutritional values and dietetic properties of the rabbit meat (high content of total protein and minerals, low fat content). Moreover, it was found that the meat obtained from loin (*m. longissimus lumborum*) and from the hind part (leg) of rabbit carcass differed with respect to its quality attributes. In the *m. longissimus lumborum*, the content of total protein was higher and the fat content was lower compared to the leg meat, and the colour of *m. longissimus lumborum* was lighter with more red shades, its saturation was higher.

Key words: rabbits, New Zealand White breed, meat quality 

JOANNA ŁUCZYŃSKA, ELŻBIETA TOŃSKA, ZBIGNIEW BOREJSZO

**ZAWARTOŚĆ MAKRO- I MIKROELEMENTÓW ORAZ KWASÓW
TŁUSZCZOWYCH W MIĘŚNIACH ŁOSOSIA (*SALMO SALAR* L.),
PSTRĄGA TĘCZOWEGO (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALB.)
I KARPIA (*CYPRINUS CARPIO* L.)**

Streszczenie

Celem badań było określenie różnic międzygatunkowych pod względem zawartości: Mn, Cu, Zn, Fe, Ca, Mg, Na i K oraz kwasów tłuszczowych w mięśniach ryb: pstrąg tęczowy (*Oncorhynchus mykiss* Walb.), karp (*Cyprinus carpio* L.) i łosoś (*Salmo salar* L.), zakupionych w sklepach na terenie Olsztyna. Na i K oznaczono metodą fotometrii płomieniowej. Pozostałe pierwiastki analizowano metodą AAS. Kwasy tłuszczowe oznaczono techniką chromatografii gazowej. Karp cechował się największą zawartością Mn, Fe i Ca ($p \leq 0,01$). Stwierdzono, że karp stanowił również bogate źródło Zn, przy czym istotne różnice ($p \leq 0,01$) wystąpiły jedynie w porównaniu z łososem. W przypadku pozostałych oznaczanych pierwiastków nie wykazano istotnych różnic ($p > 0,05$) międzygatunkowych. W lipidach mięśni pstrąga tęczowego oznaczono największą zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (26,79 %) ($p \leq 0,05$). Najwięcej kwasów monoenowych zawierały lipidy tkanki mięśniowej karpia (51,45 %) ($p \leq 0,01$). Wśród nasyconych kwasów tłuszczowych dominował kwas palmitynowy (C16:0), zaś monoenowe kwasy tłuszczowe były reprezentowane przez kwas oleinowy (C18:1). Różnice zawartości n-6 polienowych kwasów tłuszczowych stwierdzono jedynie pomiędzy mięśniami karpia i łososi ($p \leq 0,05$). Wśród kwasów n-6 polienowych dominował kwas linolowy (C18:2). Bogatym źródłem kwasów n-3 polienowych (19,99 % i 23,18 %) i kwasu EPA (6,04 % i 5,17 %) był łosoś i pstrąg tęczowy ($p \leq 0,01$), a pstrągi zawierały istotnie więcej DHA (14,50 %) ($p \leq 0,01$).

Słowa kluczowe: karp, pstrąg tęczowy, łosoś, składniki mineralne, kwasy tłuszczowe

Wprowadzenie

Ryby, zwłaszcza morskie, są źródłem nie tylko niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych i pełnowartościowego białka, ale również składników mineralnych [8, 15]. W 2008 r. spożycie ryb, przetworów rybnych i owoców morza wynosiło w Polsce tylko 13,01 kg/osobę. Konsumpcja ryb morskich i słodkowodnych w przeli-

czeniu na żywą masę kształtowała się na poziomie 9,38 i 3,37 kg/osobę [25]. Według tych autorów spożycie łososi, karpia i pstrągów wynosiło odpowiednio: 0,36, 0,46 i 0,34 kg/osobę. Lirski [17] podaje, że zarówno karp, jak i pstrąg tęczowy odgrywają podstawowe znaczenie w polskiej akwakulturze. Ilościowy skład makro- i mikroelementów, podobnie jak udział lipidów oraz kwasów tłuszczowych zawartych w mięśniach ryb, wiąże się z ich właściwościami gatunkowymi, wielkością w obrębie gatunku, jak również z czynnikami biologicznymi (płeć i wiek) i środowiskowymi [1, 5, 11, 12, 16, 18, 26].

Celem badań było określenie wpływu gatunku na zawartość makro- i mikroelementów oraz skład kwasów tłuszczowych lipidów tkanki mięśniowej wybranych ryb hodowlanych zakupionych w sklepach dużych sieci handlowych na terenie Olsztyna.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły trzy gatunki ryb: pstrąg (*Oncorhynchus mykiss* Walb.) (5 sztuk), karp (*Cyprinus carpio* L.) (5 sztuk) i łosoś (*Salmo salar* L.) (5 sztuk). Ryby zakupiono w 2003 r. w sklepach na terenie Olsztyna i po przewiezieniu do laboratorium zważono, a następnie wypatroszono. Z części grzbietowej każdej sztuki, znajdującej się powyżej linii bocznej, pobierano tkankę mięśniową, którą następnie rozdrabniano i mieszano celem ujednoczenia próbki. Tak przygotowaną próbkę przechowywano w szczelnych torebkach z tworzywa sztucznego w temp. -25 °C.

W celu oznaczenia składników mineralnych, wysuszone próbki mięśni zwęglano na płytkach elektrycznych, a następnie poddawano spopielaniu w piecu elektrycznym w temp. 450 °C do uzyskania białego popiołu. Uzyskany popiół rozpuszczano w 5M HNO₃ (Suprapur-Merck) i przenoszono ilościowo do kolb pomiarowych o pojemności 25 cm³. Mg, Ca, Zn, Mn, Cu i Fe oznaczano metodą płomieniowej spektrofotometrii absorpcji atomowej (płomień powietrze-acetylen), stosując spektrometr UNICAM Solar 939. Poszczególne pierwiastki oznaczano przy wykorzystaniu następujących długości fali: 285,2 nm, 422,7 nm, 213,9 nm, 279,5 nm, 324,8 nm i 248,3 nm. Oznaczając wapń, w celu wyeliminowania oddziaływania fosforu, do wszystkich próbek oraz wzorców dodawano roztwór chlorku lantanu w ilości, która zapewniałaby 0,5 % stężenia La⁺³ w badanych roztworach [29]. Na i K oznaczano metodą fotometrii płomieniowej przy długości fali 589,0 nm i 766,5 nm, wykorzystując do tego celu fotometr płomieniowy (Pye Unicam 2900-Anglia). Wiarygodność metod analitycznych sprawdzano, przeprowadzając równoległe analizę materiału referencyjnego BCR CRM 422 – tkanka mięśniowa dorsza *Gadus morhua* (L.) (próbka liofilizowana) o certyfikowanej zawartości Mn (0,543 ± 0,028 mg/kg), Cu (1,05 ± 0,07 mg/kg), Zn (19,6 ± 0,5 mg/kg) i Fe (5,46 ± 0,30 mg/kg) [23]. Zawartość oznaczona w materiale referencyjnym wynosiła odpowiednio: mangan – 0,560 ± 0,034 mg/kg (n = 4), miedź – 1,078 ± 0,143 mg/kg (n = 4), cynk – 20,649 ± 1,384 mg/kg (n = 4) i żelazo – 5,236 ±

0,249 mg/kg ($n = 4$). Wyniki zawartości Mn, Cu, Zn i Fe wyrażano w mg/kg świeżej masy, natomiast wyniki zawartości Ca, Mg, Na i K wyrażano w mg/100 g świeżej masy.

Tłuszcz wyodrębniano metodą Schmidta-Bondzyńskiego-Ratzlaffa [3]. Estry metylowe kwasów tłuszczowych przygotowywano według zmodyfikowanej metody Peiskera (metanol : chloroform : stężony kwas siarkowy; w stosunku objętościowym 100 : 100 : 1 v/v) [30]. Rozdział i oznaczanie kwasów tłuszczowych prowadzono w chromatografii gazowej HP6890 z wykorzystaniem detektora płomieniowo-jonizacyjnego (FID), kolumny kapilarnej o długości 30 m (średnica wewnętrzna 0,32 mm, faza ciekła supelcowax 10, grubość filmu 0,25 μm) i dozownika (split 50 : 1). Temp. detektora 250 °C, dozownika 225 °C, zaś kolumny 180 °C. Gazem nośnym był hel (przepływ 1,0 ml/min). Identyfikację kwasów tłuszczowych wykonywano porównując czas retencji wzorców (mieszanina 37 kwasów) i pików w badanej próbce.

Obliczenia statystyczne wykonano z zastosowaniem programu Statistica PL (6.0). W celu stwierdzenia występowania istotnych różnic przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA (test Duncana) na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ i $\alpha = 0,05$. W przypadku gdy test jednorodności wariancji (Bartletta) okazał się istotny, hipotezę zerową o jednorodności wariancji odrzucano. W celu dalszego porównania średnich w grupie poddawano je transformacji ($\log x$) i gdy nie było podstaw do odrzucenia założeń testu Bartletta, analizę statystyczną przeprowadzono dla wartości średnich logarytmowanych.

Wyniki i dyskusja

Stwierdzono, że zawartość manganu w mięśniach kształtowała się na poziomie 0,072 mg/kg (pstrąg), 0,081 mg/kg (łosoś) i 0,150 mg/kg (karp), a miedzi 0,271 mg/kg (pstrąg), 0,363 mg/kg (łosoś) 0,411 mg/kg (karp) (tab. 1). W przypadku miedzi wielkości nie różniły się istotnie między sobą ($p > 0,05$), natomiast stwierdzono występowanie istotnych różnic ($p \leq 0,01$) pomiędzy zawartością manganu w mięśniach karpia a koncentracją tego pierwiastka w tkance mięśniowej pozostałych gatunków ryb. Według Kunachowicz i wsp. [14] ryby te można uszeregować pod względem zawartości miedzi i manganu odpowiednio: karp > łosoś > pstrąg oraz karp > łosoś \approx pstrąg. Według Řehulka [24] pstrąg tęczowy cechował się większą zawartością miedzi (0,360 mg/kg) w porównaniu z wielkościami tego pierwiastka w rybach tego samego gatunku objętych badaniami niniejszej pracy. Pirestani i wsp. [21] nie stwierdzili występowania różnic międzygatunkowych pod względem zawartości manganu, ale zaobserwowali, że chociaż karp zawierał więcej Cu, to różnice te były istotne jedynie w stosunku do *Liza aurata* i *Clupeonella cultiventris capia*. Čelechovská i wsp. [6] oznaczyli zdecydowanie mniej miedzi (0,237 mg/kg) w mięśniach karpia pochodzących z 10 stawów (Czechy).

Tabela 1

Zawartość mikro- i makroelementów (min. - max.) w mięśniach wybranych gatunków ryb.
Content of micro and macro-elements (min. - max.) in muscles of selected fish species.

Gatunek Species	Masa ciała] Body weight [g]	Mn	Cu	Zn	Fe
		[mg/kg świeżej masy] / [mg/kg wet weight]			
Łosoś Salmon	852 - 1300	0,057 - 0,118 0,081 ± 0,025 B	0,315 - 0,417 0,363 ± 0,044 a	2,80 - 4,02 3,35 ± 0,58 B	1,20 - 1,67 1,46 ± 0,21 B
Pstrąg Rainbow trout	480 - 610	0,057 - 0,084 0,072 ± 0,011 B	0,200 - 0,338 0,271 ± 0,050 a	3,34 - 4,99 4,27 ± 0,68 AB	1,38 - 1,81 1,55 ± 0,16 B
Karp Carp	970 - 1250	0,108 - 0,221 0,150 ± 0,047 A	0,269 - 0,685 0,411 ± 0,180 a	3,40 - 6,15 5,15 ± 1,16 A	1,59 - 2,95 2,31 ± 0,52 A
Gatunek Species	Masa ciała] Body weight [g]	Ca	Mg	Na	K
		[mg/100 g świeżej masy] / [mg/100 g wet weight]			
Łosoś Salmon	852 - 1300	7,6 - 10,3 9,0 ± 1,2 cB	22,1 - 24,5 23,6 ± 0,9 a	30,0 - 54,6 42,0 ± 11,5 a	324,4 - 427,0 382,0 ± 37,7 a
Pstrąg Rainbow trout	480 - 610	10,0 - 16,5 13,7 ± 2,3 bB	21,9 - 26,4 23,7 ± 1,7 a	29,9 - 43,7 37,0 ± 5,6 a	354,4 - 468,6 410,2 ± 40,5 a
Karp Carp	970 - 1250	17,2 - 45,3 31,7 ± 12,7 aA	19,4 - 24,9 22,1 ± 2,1 a	15,2 - 41,6 31,0 ± 10,2 a	363,4 - 410,2 377,9 ± 18,8 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B, C – statystycznie istotne różnice przy $p \leq 0,01$ / statistically significant differences at $p \leq 0,01$;
a, b, c – statystycznie istotne różnice przy $p \leq 0,05$ / statistically significant differences at $p \leq 0,05$.
Wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,05$) /
The values in the columns denoted by the same letters do not differ statistically significantly ($p > 0,05$).

Zawartość żelaza w mięśniach badanych ryb mieściła się w granicach 1,46 (łosoś) - 2,31 mg/kg (karp), a cynku 3,35 (łosoś) - 5,15 mg/kg (karp) (tab. 1). Najbogatsze źródło tych mikroelementów stanowiły karpie ($p \leq 0,01$), przy czym w przypadku cynku, różnice pomiędzy zawartością tego pierwiastka w mięśniach karpia i pstrąga nie były statystycznie istotne ($p > 0,05$). Mniejszą zawartość żelaza (0,85 mg/kg) w mięśniach karpia stwierdzili Erdoğrul i Erbilir [7]. Inni autorzy podają, że karpie kumulują większe ilości żelaza [20, 21]. Pierestani i wsp. [21] stwierdzili również znaczne różnice międzygatunkowe, a spośród badanych przez tych autorów ryb to właśnie mięśnie karpia charakteryzowały się największą zawartością tego pierwiastka. Zawartość cynku (5,3 mg/kg) w tkance mięśniowej karpia oznaczona przez Čelechovská i wsp. [6] była na zbliżonym poziomie, a w mięśniach pstrąga ze zbiornika Slezská Harta (Czechy) była mniejsza [24] od stwierdzonej w rybach objętych badaniami niniejszej pracy.

Karpie cechowały się również zdecydowanie większą zawartością wapnia (31,7 mg/100 g) w tkance mięśniowej (tab. 1). W mięśniach karpia było go ponad 2 razy więcej niż w tkance pstrąga i ponad 3,5 razy więcej niż w łososiu. Wykazano również występowanie statystycznie istotnych różnic ($p \leq 0,05$) pomiędzy łososiami i pstrągami. Stężenie magnezu w tkance mięśniowej badanych ryb było zbliżone i mieściło się w granicach od 22,1 mg/100 g (karp) do 23,7 mg/100 g (pstrąg) (tab. 1). Koncentracja sodu kształtowała się w przedziale od 31,0 mg/100 g (karp) do 42,0 mg/100 g (łosos), a średnia zawartość potasu wynosiła od 377,9 mg/100 g (karp) do 410,2 mg/100 g (pstrąg) (tab. 1, rys. 4). Zarówno w przypadku zawartości magnezu, jak również sodu i potasu nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy mięśniami badanych ryb ($p > 0,05$). Pirestani i wsp. [21] dowiedli różnic międzygatunkowych pod względem zawartości Ca, Mg, Na i K. Stwierdzili, że mięśnie karpia pochodzących z Morza Kaspijskiego cechowały się istotnie większą zawartością wapnia i sodu w porównaniu z innymi gatunkami ryb. Przygoda i wsp. [22] nie stwierdzili różnicy zawartości magnezu (25 mg/100 g) pomiędzy badanymi gatunkami ryb (z wyjątkiem łososia bałtyckiego). Zawartość sodu i potasu w tkance mięśniowej pstrąga i łososia według tych autorów wynosiła 46 i 44 mg/100 g oraz 345 i 322 mg/100 g.

Najmniejszą zawartość tłuszczu oznaczono w tkance mięśniowej karpia pobranej z części grzbietowej (2,81 %), większą zawartością tłuszczu charakteryzowały się próbki pstrągów (4,39 %), zaś największą cechowała się tkanka mięśniowa łososia (11,57 %) (tab. 2). Lipidy tkanki mięśniowej pstrągów zawierały najwięcej nasyconych kwasów tłuszczowych (26,79 %) ($p \leq 0,05$). W mięśniach karpia kwasy te występowały w ilości 25,44 % (tab. 2). Mięso łososia zawierało średnio 22,39 % nasyconych kwasów tłuszczowych. Wśród nasyconych kwasów tłuszczowych dominował kwas palmitynowy (C16:0), którego było 18,68 % (karp), 17,58 % (pstrąg) i 13,43 % (łosos). Pod względem zawartości kwasu C16:0 w lipidach tkanki mięśniowej części grzbietowej ryb, można je uszeregować w następujący sposób: karp \approx pstrąg $>$ łosos ($p \leq 0,01$) i karp $>$ pstrąg $>$ łosos ($p \leq 0,05$). Odwrotnie kształtował się udział nasyconych kwasów tłuszczowych w tkance pstrąga (24,14 %) i łososia (28,66 %) badanych przez Przygodę i wsp. [22]. Wyższy udział tej grupy kwasów w tkance mięśniowej pstrąga (31,06 %) w porównaniu z karpem (24,73 %) potwierdziły badania Kołakowskiej i wsp. [13], przy czym materiał do badań stanowiły całe filety ze skórą. Haliloğlu i wsp. [10] również odnotowali, że lipidy mięśni pobranych z części grzbietowej pstrąga cechowały się większą zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych od pozostałych gatunków ryb (palia *Salvelinus alpinus*, pstrąg potokowy *Salmo trutta fario*). Greła i Dudek [9] nie stwierdzili istotnych różnic pomiędzy zawartością C16:0 w mięśniach tuszki karpia i łososia, natomiast stwierdzili występowanie takich różnic w przypadku sumy nasyconych kwasów tłuszczowych ($p \leq 0,05$).

Najwięcej kwasów monoenowych zawierały lipidy tkanki mięśniowej karpia (51,45 %) ($p \leq 0,01$) (tab. 2). Znacznie mniej tych kwasów zawierała tkanka łososia (44,59 %) i pstrąga (35,08 %). Monoenowe kwasy tłuszczowe były reprezentowane przez kwas oleinowy (C18:1), którego największy udział oznaczono w mięsie karpia (37,04 %) ($p \leq 0,01$). Zawartość tego kwasu w tkance mięśniowej pstrąga (20,94 %) i łososia (23,04 %) nie różniła się statystycznie istotnie ($p > 0,05$). Do podobnych wniosków doszli Haliloğlu i wsp. [10]. Procentowy udział C18:1 w mięsie pstrąga i łososia odnotowany przez Przygodę i wsp. [22] był większy od stwierdzonego w niniejszej pracy. Podobnie karpie badane przez Kołakowską i wsp. [13] zawierały w mięsie większe ilości tego kwasu. Bieniarz i wsp. [4] podają, że na zawartość monoenowych kwasów tłuszczowych wpływają warunki chowu, w tym pasze. Ligaszewski i wsp. [16] zaobserwowali, że procentowy udział tych kwasów w mięsie karpia zależy od temperatury wody w akwenu. Według Bienkiewicza i wsp. [5], to właśnie mięso karpia zawierało większe ilości monoenowych kwasów tłuszczowych (68,62 %) aniżeli inne gatunki ryb słodkowodnych, w tym hodowlanych. Spostrzeżenia tych autorów są zgodne z wynikami badań niniejszej pracy. Mniejsze ilości tych kwasów oznaczyli w mięsie karpia Özogul i wsp. [19] oraz Grela i Dudek [9]. Ci sami autorzy stwierdzili, że mięso karpia cechowało się istotnie wyższym udziałem monoenowych kwasów tłuszczowych aniżeli łososia ($p \leq 0,05$), co potwierdziło wyniki badań niniejszej pracy. Podobną prawidłowość w odniesieniu do pstrągów stwierdzili Kołakowska i wsp. [13].

Najwięcej n-6 polienowych kwasów tłuszczowych znajdowało się w tkance mięśniowej karpia (12,81 %) (tab. 2). W mięsie pstrągów i łososi stwierdzono ich nieco mniej (12,16 % i 9,77 %). Bogatym źródłem kwasów n-3 polienowych był pstrąg (23,18 %) ($p \leq 0,05$). Nieco mniejszą zawartość kwasów z grupy n-3 zaobserwowano w tkance mięśniowej łososia (19,99 %). Tkanka mięśniowa karpia charakteryzowała się najmniejszą zawartością omawianych kwasów (9,08 %). Według Ligaszewskiego i wsp. [16] udział n-6 i n-3 polienowych kwasów tłuszczowych w tkance karpia zależy od wzrostu jego udziału w profilu wyższych kwasów tłuszczowych zooplanktonu. Steffens i Wirth [27] stwierdzili, że udział kwasów z grupy n-3 i n-6 był związany z paszą, którą karmione były karpie. Znaczne różnice międzygatunkowe dotyczące udziału tych grup kwasów ($p \leq 0,05$) zaobserwowali Grela i Dudek [9]. Tkanka mięśniowa karpia badanych przez Kołakowską i wsp. [13] zawierała niewielkie ilości kwasów z grupy n-3 PUFA (1,96 %) w stosunku do pstrągów (24,02 %). W grupie kwasów n-6 polienowych dominował kwas linolowy (C18:2), a w grupie n-3 polienowych głównym przedstawicielem był kwas eikozapentaenowy (C20:5 EPA) oraz dokozaheksaenowy (C22:6 DHA). W tkance mięśniowej karpia, pstrąga i łososia kwas linolowy występował w ilościach: 9,11; 8,89 i 6,23 % (tab. 2). Jednoznaczne różnice między udziałem n-6 polienowych kwasów i kwasu C18:2 w badanych gatunkach ryb

Tabela 2

Profil kwasów tłuszczowych lipidów tkanki mięśniowej wybranych gatunków ryb [% sumy kwasów tłuszczowych].

Profile of fatty acids in lipids in muscle tissue of selected fish species [% of total of fatty acids].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Łosoś Salmon	Pstrąg Rainbow trout	Karp Carp
Tłuszcz [%] / Fat [%]	11,57 ± 1,26	4,39 ± 0,79	2,81 ± 1,37
Nasycone / Saturated			
14:0	4,92 ± 0,55	4,21 ± 0,36	1,49 ± 0,24
15:0	0,42 ± 0,03	0,44 ± 0,07	0,32 ± 0,18
16:0	13,43 ± 0,62 cB	17,58 ± 1,06 bA	18,68 ± 1,02 aA
17:0	0,68 ± 0,17	0,56 ± 0,11	0,30 ± 0,23
18:0	2,75 ± 0,18	3,78 ± 0,37	4,50 ± 0,76
20:0	0,20 ± 0,05	0,22 ± 0,13	0,15 ± 0,04
Razem / Total	22,39 ± 1,18 cB	26,79 ± 1,91 aA	25,44 ± 1,14 bA
Monoenowe / Monoenoic			
14:1	0,25 ± 0,03	0,26 ± 0,06	0,21 ± 0,15
16:1	6,45 ± 1,27	6,64 ± 1,32	9,40 ± 1,88
17:1	0,29 ± 0,09	0,26 ± 0,11	0,47 ± 0,28
18:1	23,04 ± 4,55 bB	20,94 ± 0,74 bB	37,07 ± 6,40 aA
20:1 (n-7)	0,32 ± 0,02	0,25 ± 0,05	0,15 ± 0,07
20:1 (n-9)	6,37 ± 0,71	3,11 ± 1,16	2,92 ± 0,80
20:1 (n-11)	0,60 ± 0,14	0,46 ± 0,12	0,47 ± 0,11
22:1 (n-9)	0,81 ± 0,10	0,47 ± 0,16	0,15 ± 0,05
22:1 (n-11)	6,45 ± 1,38	2,69 ± 1,52	0,61 ± 0,31
Razem / Total	44,59 ± 3,12 B	35,08 ± 1,57 C	51,45 ± 5,85 A
n-6 polienowe / n-6 polienoic			
18:2	6,23 ± 1,13	8,89 ± 4,54	9,11 ± 2,16
18:3	0,14 ± 0,01	0,22 ± 0,08	0,28 ± 0,13
20:3	0,22 ± 0,04	0,34 ± 0,04	0,57 ± 0,15
20:4	0,47 ± 0,07	0,86 ± 0,35	2,00 ± 1,49
22:5	2,71 ± 0,38	1,84 ± 0,59	0,86 ± 0,50
Razem / Total	9,77 ± 0,80 bA	12,16 ± 3,72 abA	12,81 ± 2,94 aA
n-3 polienowe / n-3 polienoic			
18:3	2,01 ± 0,44	1,86 ± 0,29	2,21 ± 1,22
20:3	0,24 ± 0,04	0,21 ± 0,04	0,17 ± 0,08
20:4	1,58 ± 0,23	1,15 ± 0,16	0,38 ± 0,26
20:5 EPA	6,04 ± 1,16 A	5,17 ± 1,03 A	2,06 ± 1,28 B
22:5	0,21 ± 0,04	0,30 ± 0,14	0,38 ± 0,34
22:6 DHA	9,93 ± 0,82 B	14,50 ± 2,35 A	3,93 ± 1,34 C
Razem / Total	19,99 ± 1,88 bA	23,18 ± 3,29 aA	9,08 ± 3,30 cB
Polienowe / Polienoic			
18:4	1,98 ± 0,45	1,53 ± 0,15	0,79 ± 0,36
20:2	1,28 ± 0,07	1,26 ± 0,14	0,44 ± 0,16
Razem / Total	3,26 ± 0,39	2,79 ± 0,28	1,22 ± 0,35
n-3/n-6	2,05	1,91	0,71

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

dotyczyły jedynie karpia i łososia ($p \leq 0,05$) (tab. 2). Tkanka mięśniowa łososia i pstrąga okazała się bogatym źródłem EPA (6,04 % i 5,17 %) ($p \leq 0,01$); mięśnie karpia zawierały go odpowiednio 2,06 %. Największą zawartość kwasu DHA stwierdzono w mięśniach pstrąga (14,50 %) ($p \leq 0,01$). W tkance mięśniowej łososia i karpia kwas ten występował w ilościach 9,93 i 3,93 %. Grela i Dudek [9] potwierdzili, że w grupie n-6 kwasów tłuszczowych dominował kwas linolowy, zaś w grupie n-3 odpowiednio DHA i EPA. Do podobnych wniosków doszli inni autorzy [2, 10, 13]. Według Haliloğlu i wsp. [10] pstrągi okazały się lepszym źródłem DHA (19,17 %) i EPA (3,07 %) aniżeli pozostałe gatunki ryb, chociaż w przypadku EPA różnice te nie zawsze były statystycznie istotne. Śladowe ilości DHA i EPA w tkance karpia oznaczyli Kołakowska i wsp. [13], natomiast w mięsie pstrąga kwasy te występowały w ilościach 4,40 % i 15,54 %. Badania Bienkiewicza i wsp. [5] również dowiodły, że kwasy te w mięsie karpia znajdowały się w śladowych ilościach. Kwas EPA w badanym mięsie pstrąga i łososia występował na zbliżonym poziomie. Potwierdziły to dane przedstawione przez innych autorów [22]. Stosunek kwasów n-3/n-6 w badanych rybach wynosił odpowiednio: 0,71 (karp), 1,91 (pstrąg) i 2,05 (łosoś) (tab. 2). Według Kołakowskiej i wsp. [13] stosunek n-3/n-6 w mięśniach pstrąga i karpia wynosił odpowiednio 4,90 i 0,10. Grela i Dudek [9] zaobserwowali, że stosunek ten w mięsie karpia i łososia był na poziomie 0,54 i 4,39.

Według Usydus i wsp. [28] oleje rybne ze względu na swój korzystny skład kwasów tłuszczowych mogą być wykorzystywane w określonych dawkach jako dodatki do pasz dla zwierząt gospodarskich, a tym samym korzystnie wpływać na wartość odżywczą produktów pochodzenia zwierzęcego. Oleje rybne jako źródło specyficznych kwasów tłuszczowych, zwłaszcza z grupy n-3 mogą również wzbogacać dietę człowieka. Ryby będące przedmiotem niniejszych badań okazały się, obok łososia, jako przedstawiciela ryb morskich, również bogatym źródłem n-3 i n-6 polienowych kwasów tłuszczowych, co potwierdziło badanie Bienkiewicza i wsp. [5].

Wnioski

1. W mięśniach badanych ryb stwierdzono występowanie różnic międzygatunkowych zawartości manganu, cynku, żelaza i wapnia. Różnice te również występowały w obrębie danego gatunku.
2. Zaobserwowano duże zróżnicowanie zawartości tłuszczu oraz kwasów tłuszczowych zarówno w obrębie gatunku, jak i między gatunkami.
3. Najwyższą zawartość n-3 polienowych kwasów tłuszczowych i kwasu DHA zaobserwowano w lipidach mięśni pstrąga. Ryby te obok łososia okazały się również bogatym źródłem kwasu EPA.

4. Mniejszym udziałem n-6 polienowych kwasów tłuszczowych w lipidach tkanki mięśniowej charakteryzowały się łososie, natomiast w przypadku karpia i pstrąga wartości te były na zbliżonym poziomie.

Literatura

- [1] Bajc Z., Gačnik K.Š., Jenčič V., Doganoc D.Z.: The contents of Cu, Zn, Fe and Mn in Slovenian freshwater fish. *Slov. Vet. Res.*, 2005, **1/2 (42)**, 15-21.
- [2] Balas J., Pawlicka M., Jacórzynski B., Filipek A., Domina P., Mielniczuk E., Daniewski M.: Zawartość tłuszczu i skład kwasów tłuszczowych w wybranych rybach morskich. *Rocz. PZH*, 2001, **4 (52)**, 277-284.
- [3] Berg H., Nilsson S.: Determination of fat content in meat and meat products with NMR or SFE. *Proc. Euro-Food Chem IX, Interlaken Switzerland, 24-26 september 1997*, 1, pp. 59-64.
- [4] Bieniarz K., Borowiec F., Okoniewski Z.: Zawartość tłuszczu, kwasów tłuszczowych i cholesterolu w mięśniach karpia (*Cyprinus carpio* L.) chowanych w różnych warunkach pokarmowych. *Rocz. Nauk. Zoot., Supl.*, 2001, **12**, 129-135.
- [5] Bienkiewicz G., Domiszewski Z., Kuszyński T.: Ryby słodkowodne jako źródło niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych NNKT. *Mag. Przem. Ryb.*, 2008, **3 (63)**, 58-59.
- [6] Celechovská O., Svobodová Z., Žlábek V., Macharáčková B.: Distribution of metals in tissues of the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Vet. Brno*, 2007, **76**, 93-100.
- [7] Erdoğan Ö., Erbilir F.: Heavy metals and trace elements in various fish samples from Sir Dam Lake, Kahramanmaraş, Turkey. *Environ. Monit. Assess.*, 2007, **130**, 373-379.
- [8] Głogowski J., Ciereszko A.: Dlaczego powinniśmy zwiększyć spożycie ryb, a zwłaszcza pstrąga tęczowego? *Mag. Przem. Rybn.*, 2001, **2**, 95-102.
- [9] Grela E.R., Dudek R.: Składniki odżywcze i profil kwasów tłuszczowych mięsa wybranych gatunków ryb morskich i słodkowodnych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2007, **34 (1/2)**, 561-565.
- [10] Haliloğlu H.I., Aras N.M., Yetim H.: Comparison of muscle fatty acids of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) raised under the same conditions. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 2002, **26**, 1097-1102.
- [11] Jeong B.-Y., Moon S.-K., Jeong W.-G., Ohshima T.: Lipid classes and fatty acid compositions of wild and cultured sweet smelt *Plecoglossus altivelis* muscles and eggs in Korea. *Fisheries Sci.*, 2000, **66**, 716-724.
- [12] Kmínková M., Winterom R., Kučera J.: Fatty acids in lipids of carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *Czech. J. Food Sci.*, 2001, **19 (5)**, 177-181.
- [13] Kołakowska A., Szczygielski M., Bienkiewicz G., Zienkiewicz L.: Some of fish species as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 2000, **30 (2)**, 59-70.
- [14] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Ryby i przetwory rybne. W: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. *Prace IŻŻ*, Warszawa 1998, ss. 241-279.
- [15] Lebedzińska A.: Łososie wędzone cennym źródłem składników odżywczych. *Mag. Przem. Ryb.*, 2006, **2 (50)**, 33-36.
- [16] Ligaszewski M., Węglarz K., Pilarczyk A., Łysak A., Bereza M.: Relation between the profile of major fractions of unsaturated fatty acids in common carp meat (*Cyprinus carpio* L.) in the second year of life and their profile in zooplankton. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **3A (57)**, 77-81.
- [17] Lirski A.: Trendy w polskiej akwakulturze. *Mag. Przem. Ryb.*, 2007, **4 (58)**, 58-59.
- [18] Łuczyńska J., Borejszo Z., Łuczyński M.J.: The composition of fatty acids in muscles of six freshwater fish species from the Mazurian Great Lakes (northeastern Poland). *Arch. Pol. Fish.*, 2008, **2 (16)**, 167-178.

- [19] Özogul Y., Özogul F., Alagoz S.: Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative study. *Food Chem.*, 2007, **103**, 217-223.
- [20] Öztürk M., Özözen G., Minareci O., Minareci E.: Determination of heavy metals in fish, water and sediments of Avsar Dam Lake in Turkey. *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.*, 2009, **2** (6), 73-80.
- [21] Pirestani S., Sahari A., Barzegar M., Seyfabadi S.J.: Chemical compositions and minerals of some commercially important fish species from the South Caspian Sea. *Inter. Food Res. J.*, 2009, **16**, 39-44.
- [22] Przygoda B., Szulc M., Kunachowicz H., Iwanow K., Balas J.: Badania porównawcze wartości odżywczych łososi, troci i pstrągów tęczowych z łowisk bałtyckich z wartością odżywczą łososi z hodowli norweskich. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **3-4** (30), 967-972.
- [23] Quevauviller P.H., Imbert J.L., Wagstaffe P.J., Kramer G.N., Griepink B.: Commission of the European Communities BCR Information – Reference materials. In: ECSC EEC-EAEC Report EUR 14557 EN, Brussels-Luxembourg 1993, pp. 1-64.
- [24] Rehulka J.: Content of inorganic and organic pollutants in the fish from the Slezská Harta reservoir. *Czech J. Anim. Sci.*, 2002, **1** (47), 30-44.
- [25] Seremak-Bulge J., Kuzebski E., Pieńkowska B., Rakowski M., Szostak S., Hryszko K.: Rynek ryb. Stan i perspektywy. W: *Analizy rynkowe*. Wyd. IERiGŻ-PIB, Warszawa 2008.
- [26] Stanek M., Janicki B., Kupcewicz B.: Content of selected heavy metals in the organs of fish from Żnin Duże Lake. *Folia boil. (Kraków)*, 2005, **53** (Suppl.), 115-119.
- [27] Steffens W., Wirth M.: Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*). *Aquacult Int.*, 2007, **15**, 313-319.
- [28] Usydus Z., Polak-Juszczak L., Dobrzański Z., Malesa-Ciećwierz M.: Study on the nutritive value of raw fish oils. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **4C** (57), 593-596.
- [29] Whiteside P.J., Miner B.: *Pye Unicam Atomic Absorption Data Book*. Pye Unicam Ltd. Cambridge 1984.
- [30] Żegarska Z., Jaworski J., Borejszo Z.: Ocena zmodyfikowanej metody Peiskera otrzymania estrów metyloowych kwasów tłuszczowych. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.*, 1991, **24**, 25-33.

CONTENT OF MACRO- AND MICROELEMENTS, AND FATTY ACIDS IN MUSCLES OF SALMON (*SALMO SALAR* L.), RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALB.), AND CARP (*CYPRINUS CARPIO* L.)

S u m m a r y

The objective of the study was to determine the inter-specific differences in the contents of Mn, Cu, Zn, Fe, Ca, Mg, Na, and K, as well as in fatty acids in muscles of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walb.), carp (*Cyprinus carpio* L.), and salmon (*Salmo salar* L.) purchased at a market in the city of Olsztyn (Poland). Na and K were determined using an emission flame photometry. The other elements were analyzed using an AAS method. Fatty acids were determined using gas chromatography. The carp fish was characterized by the highest content of Mn, Fe, and Ca ($p \leq 0.01$). Also, it was found that the carp was a rich source of Zn, and the significant differences were found only if compared to the salmon ($p \leq 0.01$). As for the other elements determined, no significant interspecific differences ($p > 0.05$) were found. In the lipids contained in the muscles of rainbow trout examined, the highest content of saturated fatty acids (26.79 %) ($p \leq 0.05$) was determined. The highest amount of monoenoic acids was reported in

the lipids in the muscle tissue of carp (51.45 %) ($p \leq 0.01$). Among the saturated fatty acids, the palmitic acid was a predominant fatty acid (C16:0) whereas the monoenoic fatty acids were represented by the oleic acid (C18:1). The differences in the content of n-6 polyenoic fatty acids were found only between the carp and the salmon ($p \leq 0.05$). The linoleic acid (C18:2) prevailed among the n-6 polyenoic fatty acids. The salmon and rainbow trout ($p \leq 0.01$) were a rich source of n-3 polyenoic fatty acids (19.99 % and 23.18 %) and EPA (6.04 % and 5.17 %) ($p \leq 0.01$) whereas the trout had significantly more DHA (14.50 %) ($p \leq 0.01$).

Key words: carp, rainbow trout, salmon, mineral elements, fatty acids ☒

ROBERT DULIŃSKI, ANNA STARZYŃSKA-JANISZEWSKA

**ZASTOSOWANIE CHROMATOGRAFII JONOWEJ SPRZĘŻONEJ
Z PULSACYJNĄ DETEKcją AMPEROMETRYCZNĄ
DO OZNACZANIA ZAWARTOŚCI *MIO*-INOZYTOŁU
W MATERIAŁACH PASZOWYCH POCHODZENIA ROŚLINNEGO**

Streszczenie

W pracy zastosowano technikę chromatografii jonowej do oznaczania zawartości *mio*-inozytolu w roślinnych komponentach pasz, jako alternatywę testu mikrobiologicznego. Materiał badawczy stanowiły: pszenica, kukurydza i soja niemodyfikowane oraz odmiany GMO, a także przygotowane na ich bazie mieszanki paszowe. Oznaczono inozytol: całkowity, wolny oraz uwolniony w procesie *in vitro*, symulującym przewód pokarmowy drobiu. *Mio*-inozytol został rozdzielony w wysokosprawnej kolumnie anionowymiennej CarboPack PA100 i oznaczony w trybie pulsacyjnej detekcji amperometrycznej (ang. high performance anion-exchange chromatography with pulse amperometric detection, HPAEC–PAD). Całkowity inozytol oznaczony techniką HPAEC–PAD kształtował się na poziomie od 2572 µg/g (pasza kukurydziano-sojowa) do 3667 µg/g (kukurydza). Otrzymane dane były porównywalne z testem mikrobiologicznym tylko w przypadku śruty sojowej, zarówno w formie niemodyfikowanej, jak i GMO (odpowiednio: 2392 i 2636 µg/g). W odniesieniu do pozostałych komponentów pasz wyniki uzyskane za pomocą techniki HPAEC–PAD były wyższe od rezultatów testu mikrobiologicznego, średnio o 30 - 50 %. Korelacja pomiędzy obiema metodami w zakresie stężeń 0,1-100 µg/ml była najwyższa w przypadku analizy *mio*-inozytolu uwolnionego w procedurze trawienia *in vitro* ($r = 0,88$). W pozostałych przypadkach, w teście mikrobiologicznym uzyskiwano systematycznie niższe wyniki, ponieważ uwolnienie całkowitego inozytolu przez kwaśną hydrolizę było niepełne i testowy mikroorganizm *S.cerevisiae* ATCC 9080 nie mógł wykorzystać do wzrostu monofosforanu inozytolu. Inna możliwość to efekt dużej zawartości aminokwasów hydrofobowych w komponentach pasz zawierających soję, które mogą interferować z systemem pulsacyjnej detekcji amperometrycznej.

Słowa kluczowe: *mio*-inozytol, fosforany *mio*-inozytolu, chromatografia jonowa, detekcja elektrochemiczna

Wprowadzenie

Mio-inozytol jest komponentem fosfolipidów błon, a fosforany inozytolu pełnią funkcję w sygnalizacji międzykomórkowej [6, 10, 28]. Związek ten jest również uważany za czynnik wzrostowy oraz wskaźnik nieprawidłowego metabolizmu lub choroby [13]. U gryzoni oraz ryb niedobór tego składnika może być związany z otluszczeniem wątroby, wewnętrzną lipodystrofią oraz zahamowaniem wzrostu [1, 18, 21]. Deraniem i Greenberg [5] oraz Eagle i wsp. [8] stwierdzili, że niedobór *mio*-inozytolu hamował proliferację i prowadził do śmierci hodowlanych komórek ludzkich.

Enzymatyczna hydroliza kwasu fitynowego (sześćfosforanu *mio*-inozytolu) – głównej formy magazynowania fosforu w nasionach traw oraz roślin oleistych, które są powszechnymi komponentami pasz zwierzęcych – prowadzi do powstania fosforanów *mio*-inozytolu [3, 11, 24, 25]. Kwas fitynowy oraz jego sole (fityniany) są uważane za czynniki przeciwożywcze z uwagi na zdolność chelatowania jonów metali, a przez to obniżania biodostępności białka i żywieniowo istotnych minerałów [25]. Jednoczesne działanie fitazy i grzybowej kwaśnej fosfatazy na cząsteczkę fitynianu prowadzi do powstania fosforu oraz *mio*-inozytolu jako finalnego produktu hydrolizy [31].

Żyła i wsp. [32] stwierdzili znaczący przyrost masy ciała kurcząt broilerów karmionych niskofitynianową dietą wzbogaconą inozytolem. Oczekuje się, że enzymatycznie generowany inozytol (ang. enzymatically generated inositol, EGI) może poprawić parametry odchowu i wzrostu rosnących broilerów. Oznaczenie tego składnika w paszy i jej komponentach jest zatem istotnym czynnikiem w oszacowaniu puli EGI i określeniu ewentualnych efektów metabolicznych.

Dotychczas opracowano kilka metod analitycznych do oznaczania *mio*-inozytolu w żywności i płynach biologicznych: test mikrobiologiczny [19], procedurę enzymatyczną [17], chromatografię gazową [23] oraz technikę HPLC [14]. Generalnie, wymagają one derywatywacji, pośredniego pomiaru i są, jak w przypadku metod mikrobiologicznych, czasochłonne, a zatem trudne do zastosowania w przypadku rutynowych analiz dużej liczby próbek.

Od momentu wprowadzenia techniki wysokosprawnej anionowymiennej chromatografii cieczowej sprzężonej z pulsacyjną detekcją amperometryczną (ang. high performance anion-exchange chromatography with pulse amperometric detection, HPAEC–PAD) znacząco poprawiła się czułość i selektywność rozdzielania węglowodanów oraz polioli w napojach fermentowanych i sokach owocowych [2, 4, 27]. Jednak dane literaturowe są dość ubogie w zakresie oznaczania poziomu inozytolu w paszach oraz ich komponentach przy zastosowaniu tej techniki.

Celem niniejszej pracy było alternatywne, wobec metody mikrobiologicznej, oznaczenie *mio*-inozytolu w roślinnych komponentach pasz i mieszkankach paszowych.

Material i metody badań

Analizie poddano roślinne komponenty pasz oraz mieszanki paszowe zawierające: pszenicę, soję i kukurydzę niemodyfikowane, jak również odmiany genetycznie zmodyfikowane (GMO, poekstrakcyjna śruta sojowa HT RoundUpReady, kukurydza BT MON-810, materiały z Instytutu Zootechniki - PIB Balice).

Stosowano enzymy: pepsynę (aktywność deklarowana $225\ 000\ \text{units}\cdot\text{mg}^{-1}$) i pankreatynę (aktywność: $8\times\text{U.S. Pharmacopeia}$), Sigma Chemical Co.

Ekstrakty śrut i pasz do oznaczeń wolnego inozytolu przygotowywano zgodnie z metodą Norrisa i Darbre'a [19] oznaczania inozytolu wolnego oraz związanego w materiale roślinnym. Naważkę materiału do oznaczeń w ilości 100 - 200 mg inkubowano w temp. $123\ ^\circ\text{C}$ przez 48 h z dodatkiem 2 ml 1 M HCl. Po zakończonej hydrolyzie próbowki chłodzono, a zawartość filtrowano przez bibułę Whatman nr 1. Czarne pozostałości filtrowanych próbek w lejku przemywano wodą destylowaną do momentu, gdy kropla wymywanego roztworu była neutralna wobec zieleni bromokrezolowej, jako wskaźnika. Ustalano pH całości na poziomie 4,8 - 5,0, a następnie uzupełniano wodą destylowaną do określonej objętości. Próbki ogrzewano w łaźni wodnej do temp. $90\ ^\circ\text{C}$, pozostawiano do ochłodzenia i przechowywano w chłodni w temp. $0 - 4\ ^\circ\text{C}$.

Metoda in vitro

W celu oznaczenia biodostępności inozytolu uwolnionego z pasz i jej komponentów zastosowano metodę *in vitro* opisaną przez Żyłę i wsp. [31]. Metoda ta symuluje trawienie w przewodzie pokarmowym drobiu. W tym celu 1 g paszy lub jej roślinnych komponentów inkubowano w łaźni wodnej w temp. $40\ ^\circ\text{C}$ przez 30 min. Następnie do próbek wprowadzano 1,7 mg roztworu pepsyny (Sigma, Niemcy, deklarowana aktywność $4750\ \text{U}\cdot\text{mg}^{-1}$). Kontynuowano inkubację w łaźni wodnej o temp. $40\ ^\circ\text{C}$ przez 45 min. Inkubację przerywano, dodając do próbek 2,5 mg pankreatyny (Sigma, aktywność $8\times\text{U.S. Pharmacopeia}$). Próbki przenoszono ilościowo do worków dializacyjnych, które następnie umieszczano w kolbach stożkowych zawierających 50 ml buforu bursztynianowego. Kolby wstawiano do łaźni wodnej i wytrząsając, inkubowano przez 4 h w temp. $40\ ^\circ\text{C}$. W uzyskanych dializatach oznaczano zawartość inozytolu uwolnionego z paszy podczas jej trawienia (w pracy definiowany jako dializowany lub *in vitro*).

Oznaczanie inozytolu metodą mikrobiologiczną z udziałem drożdży S. cerevisiae ATCC 9080

Oznaczanie inozytolu metodą mikrobiologiczną z udziałem auksotroficznego szczepu drożdży *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9080 wykonywano według metody Norris i Darbre [19]. Z hodowli drożdży na skosie agarowym pobierano oczko ezy

i zawieszano w 10 ml sterylnego roztworu 0,85 % NaCl. Po odwirowaniu i przemyciu, 0,5 ml zawiesiny komórek wprowadzano do 500 ml 0,85 % sterylnego roztworu NaCl. Następnie 40 μ l zawiesiny drożdży dodawano do wcześniej wysterylizowanych kolbek stożkowych zawierających płynną pożywkę hodowlaną pozbawioną inozytolu (Difco Inositol Assay Medium) oraz badane roztwory lub wzorce (zakres krzywej wzorcowej: 0 - 1 μ g inozytolu \cdot ml⁻¹). Wszystkie wzorce wykonano w trzech powtórzeniach. Po zaszczepieniu kolbki inkubowano 24 h w temp. 30 °C, a następnie przerywano hodowlę przez umieszczenie próbek w chłodziarce na 15 - 30 min. Miarą wzrostu *S. cerevisiae* ATCC 9080 był pomiar gęstości optycznej przy długości fali 660 nm. W obliczeniach zastosowano transformację logarytmiczną danych, zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Norris i Darbre [19].

System HPLC z detekcją RI

Rozdział chromatograficzny wykonywano w układzie izokratycznym przy zastosowaniu wody dejonizowanej jako fazy ruchomej, przy prędkości przepływu 0,6 ml \cdot min⁻¹, w kolumnie analitycznej Aminex HPX-87C (300 mm \times 7,8 mm; Bio-Rad, Hercules, CA, USA) termostatowanej w temp. 85 °C. Zastosowano chromatograf cieczowy Ultimate 3000 wyposażony w pompę gradientową LPG-3400A, autosampler WPS-3000SL, termostat do kolumn TCC-3000, detektor UV-VIS z matrycą diodową PDA-3000 (Dionex, Sunnyvale, CA, USA) oraz detektor RI 2300 (Knauer, Berlin, Niemcy), współpracujące z oprogramowaniem do akwizycji danych Chromeleon wersja 8,0. Przed rozdziałem próbki filtrowano przez filtry strzykawkowe z nylonu o średnicy 0,22 μ m. Objętość iniekcji wynosiła 100 μ l.

System chromatografii jonowej HPAEC-PAD

Rozdział prowadzono przy zastosowaniu pompy izokratycznej, model ISO-3000 oraz pulsacyjnego detektora amperometrycznego, model ED50 (Dionex, Sunnyvale, CA, USA), półautomatycznego zaworu nastrzykowego z pętlą o pojemności 20 μ l (Rheodyne) oraz kolumny CarboPac PA100 (250 \times 4 mm) wraz z kolumną ochronną CarboPac PA100 (5 \times 4 mm) (Dionex). Cella detekcyjna zawierała złotą elektrodę roboczą oraz elektrodę referencyjną z Ag/AgCl. Wszystkie analizy zostały przeprowadzono w temperaturze pokojowej przy prędkości przepływu 1 ml \cdot min⁻¹ i wykorzystaniu jako eluentu 0,15 M wodorotlenku sodu oraz 0,175 M octanu sodu, tryb detekcji to zintegrowana pulsacyjna detekcja amperometryczna (IPAD) [27]. Przed rozdziałem próbki filtrowano przez filtry strzykawkowe z nylonu o średnicy 0,22 μ m. Objętość iniekcji wynosiła 100 μ l. Akwizycja i obróbka danych zostały wykonane za pomocą programu Chromeleon wersja 8.0.

Z otrzymanych wyników obliczano średnie arytmetyczne ($n = 3$ w teście mikrobiologicznym, $n = 4$ w technice HPAEC) i odchylenia standardowe. Analizę staty-

styczną przeprowadzono za pomocą programu Statistica wer. 9.0. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testem NIR Tukey'a na poziomie $p \leq 0,05$. Analizę korelacji pomiędzy metodami oznaczania *mio*-inozytolu przeprowadzono na poziomie prawdopodobieństwa 95 %.

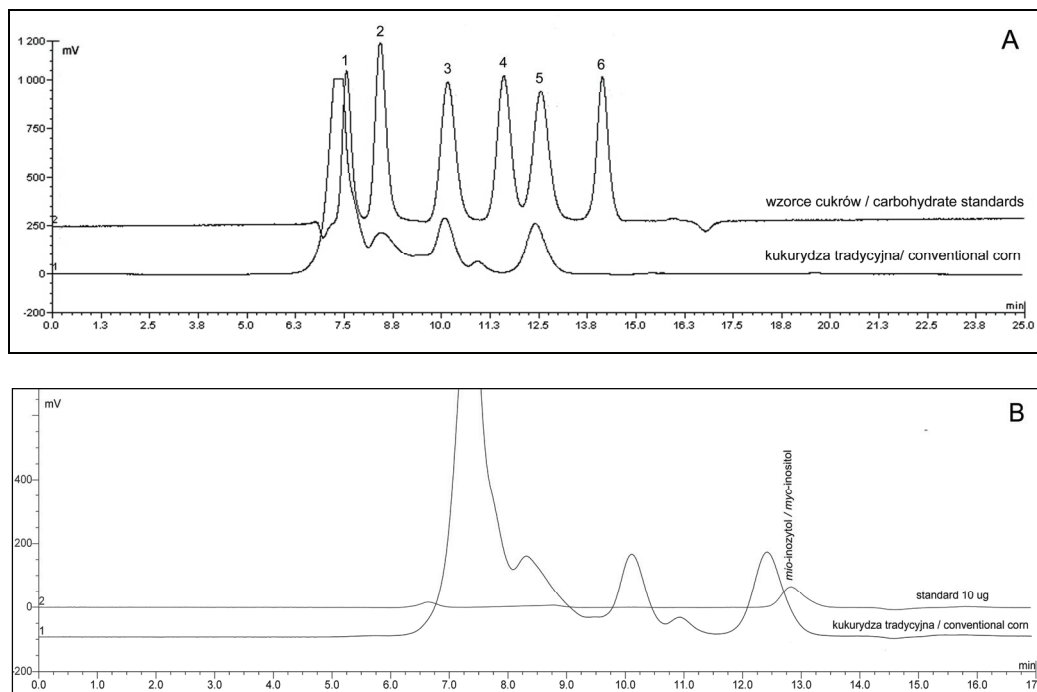
Wyniki i dyskusja

W metodzie mikrobiologicznej do oznaczania *mio*-inozytolu w materiale biologicznym wykorzystano auksotroficzny szczep drożdży *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9080. Przyrost biomasy drożdży warunkowany był obecnością *mio*-inozytolu w badanych próbkach, miarą wzrostu *S. cerevisiae* był pomiar gęstości optycznej hodowli przy długości fali 660 nm.

W pierwszej fazie badań, jako alternatywną technikę instrumentalną rozwijano metodę HPLC z detekcją refraktometryczną. Niestety, w warunkach rekomendowanych dla pracy kolumny (temp. 85 °C) uzyskane chromatogramy z analizy próbek zarówno *mio*-inozytolu dializowanego, jak i wolnego nie pozwalały na identyfikację piku reprezentowanego przez *mio*-inozytol (rys. 1B). Specyfika metody *in vitro* powoduje, że zastosowany na etapie trawienia zestaw enzymatyczny przyczynił się do uzyskania w dializatach (inozytol dializowalny) bardzo szerokiego spektrum związków o charakterze peptydów, aminokwasów oraz sacharydów. Jeden z monosacharydów – na podstawie analizy wzorców można wnioskować, że to jest fruktoza (rys. 1A), o czasie retencji (12,43 min) zbliżonym do *mio*-inozytolu (12,85 min) – obecny w dializacie w dużym stężeniu powodował przypuszczalnie trudności z identyfikacją interesującego polioliu. Zastosowany izokratyczny układ rozdziału, który nie pozwala na operowanie gradientem i stosunkowo niska czułość w trybie detekcji RI (*mio*-inozytol charakteryzuje niewielka aktywność optyczna), zadecydowały o rezygnacji z dalszych analiz w tym układzie pomiarowym.

Z uwagi na relatywnie niski poziom *mio*-inozytolu m.in. w próbkach uzyskanych z procedury *in vitro* wprowadzono technikę chromatografii jonowej z czułym systemem pulsacyjnej detekcji amperometrycznej (sygnały standardów rys. 1B (10 µg) oraz (0,1 µg)). Zastosowana kolumna CarboPack PA-100 pozwalała na obserwację profilu sacharydów oraz *mio*-inozytolu. Typowy chromatogram z analizy tą metodą przedstawiono na rys. 2.

Zawartość całkowitego inozytolu oznaczona metodą HPAEC była największa w kukurydzy niemodyfikowanej (3667 µg·g⁻¹), natomiast metodą mikrobiologiczną wykazano najwyższy poziom w śrucie sojowej GMO (2636,40 µg·g⁻¹) (tab. 1).

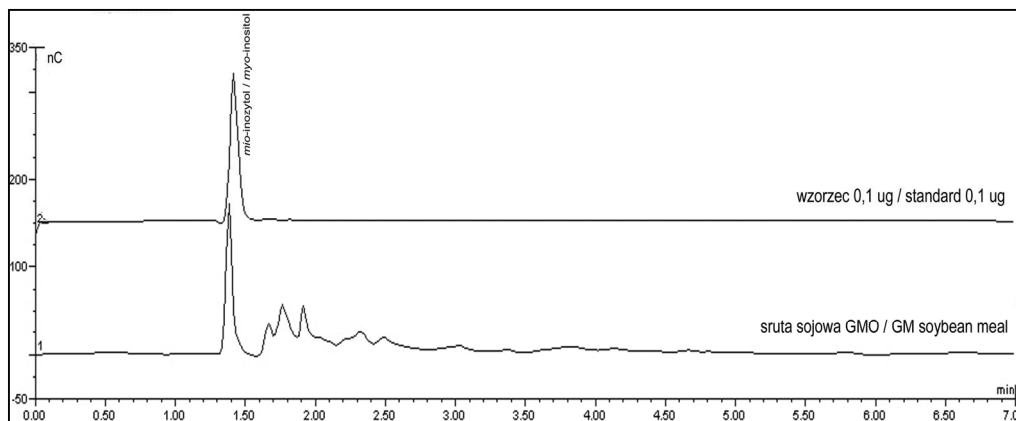


Rys. 1. Nałożone chromatogramy wzorców cukrów: (1) melezitosa; (2) maltoza; (3) glukoza; (4) mannoza; (5) fruktoza; (6) rybitol oraz wolnego *mio*-inozytolu w próbce kukurydzy niemodyfikowanej (A); wzorca *mio*-inozytolu (10 μg) oraz wolnego *mio*-inozytolu w próbce kukurydzy niemodyfikowanej (B), kolumna Aminex HPX-87C, detekcja refraktometryczna.

Fig. 1. Overlaid chromatograms of carbohydrate standards: (1) melezitose; (2) maltose; (3) glucose; (4) mannose; (5) fructose; (6) ribitol and free *myo*-inositol in non-modified corn sample (A); *myo*-inositol standard (10 μg) and free *myo*-inositol in non-modified corn sample (B); Aminex HPX-87C column, refractive index detection.

W metodzie chromatograficznej analizowane pasze charakteryzował zbliżony poziom puli całkowitego inozytolu (2748 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w paszy pszenno-sojowej, 2575 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w mieszance kukurydziano-sojowej). Podobna obserwacja dotyczy testu mikrobiologicznego, przy czym zawartość inozytolu całkowitego była odpowiednio mniejsza (1564 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w paszy pszenno-sojowej, 1357 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w mieszance kukurydziano-sojowej).

W przypadku metody mikrobiologicznej nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy kukurydzą GMO i niemodyfikowaną pod względem zawartości inozytolu całkowitego, chociaż w analogicznym oznaczeniu techniką HPAEC uzyskano wyższy poziom całkowitej puli tego związku w kukurydzy tradycyjnej.

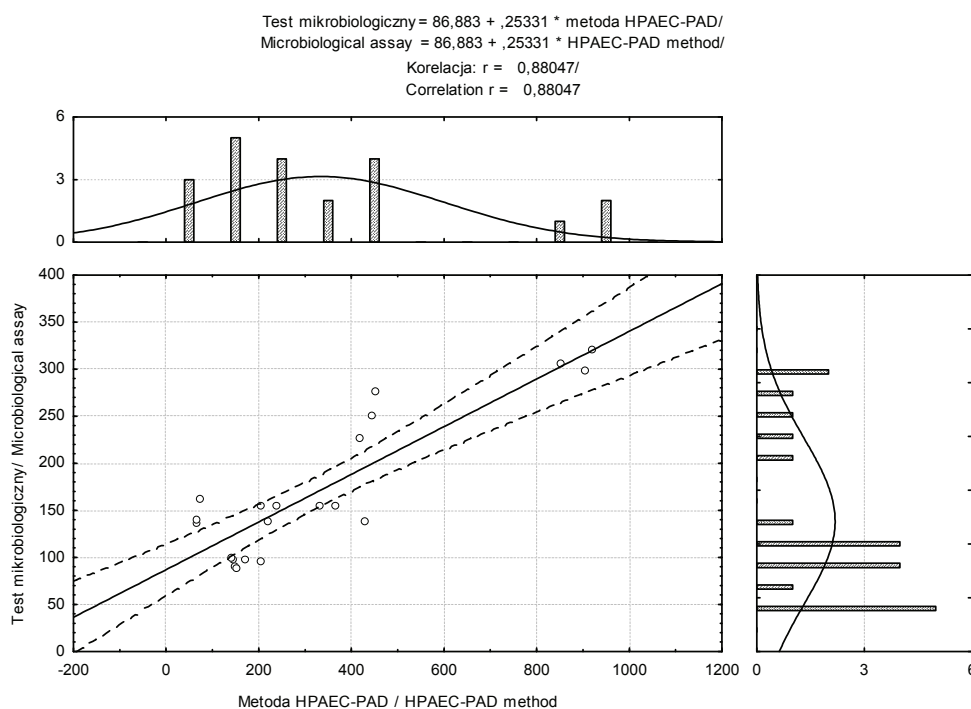


Rys. 2. Nałożone chromatogramy wzorca *mio*-inozytolu (0,1 μg) oraz *mio*-inozytolu dializowalnego w próbce śruty sojowej GMO, kolumna CarboPack PA-100, detekcja elektrochemiczna (PAD).

Fig. 2. Overlaid chromatograms of *myo*-inositol standard (0,1 μg) and dialyzable *myo*-inositol in GM soybean pellet sample, CarboPack PA-100 column, electrochemical detection (PAD).

Zawartość wolnego inozytolu oznaczona techniką HPAEC, wyrażona jako procent całkowitej puli tego związku, była największa w paszy kukurydziano-sojowej i śrucie sojowej (odpowiednio: 23 i 21 %), najmniejsza w pszenicy (6,8 %), podobnie jak w oznaczeniu mikrobiologicznym (3,6 %). W oznaczeniu chromatograficznym nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy pulą wolnego inozytolu w kukurydzy GMO i niemodyfikowanej (odpowiednio: 465 i 482 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Ilość inozytolu uwolnionego *in vitro* z komponentów paszowych w przypadku metody HPAEC była największa w śrucie sojowej tradycyjnej (850,17 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), natomiast najmniejszą zawartość stwierdzono w pszenicy (73 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Podobne zależności wykazano w teście mikrobiologicznym, przy czym zawartość dializowalnego inozytolu była, podobnie jak w przypadku pozostałych pul inozytolu, odpowiednio mniejsza, w śrucie sojowej wynosiła 308 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Biorąc pod uwagę obydwie metody, nie stwierdzono natomiast statystycznie istotnych różnic pod względem puli inozytolu uwolnionego *in vitro* pomiędzy kukurydzą GMO oraz niemodyfikowaną, ale w ujęciu procentowym wobec całkowitej puli inozytolu wartości odczytów techniką HPAEC były niższe (4,4 - 16 %) w stosunku do testu z *S. cerevisiae* (ok. 10 %). Pula biodostępnego inozytolu, oznaczonego w komponentach paszowych za pomocą testu mikrobiologicznego, oscylowała pomiędzy 9,6 a 12,9 %, natomiast w przypadku techniki HPAEC rozpiętość wyników była znacznie większa (2,43 - 34,5 %) (tab. 1). Przeprowadzono analizę korelacji pomiędzy danymi uzyskanymi w ramach obu metod i każdej puli inozytolu indywidualnie (całkowity, wolny, dializowalny). Najwyższy współczynnik korelacji ($r = 0,88$) uzyskano pomiędzy zawartością inozytolu uwolnionego *in vitro* i oznaczonego metodą mikrobiologiczną a poziomem związku oznaczonym techniką HPAEC (rys. 3). Analogiczne

parametry obliczone w przypadku inozytoli całkowitego i wolnego (odpowiednio $r = 0,66$ oraz $0,69$) wskazują na znaczne rozbieżności pomiędzy obydwoma metodami analizy *mio*-inozytoli.



Rys. 3. Wykres rozrzutu wyników oraz krzywa regresji pomiędzy wynikami dwóch metod oznaczania zawartości *mio*-inozytoli dializowalnego (*in vitro*): za pomocą testu mikrobiologicznego i techniki HPAEC-PAD.

Fig. 3. Graph of scatter results, and regression curve, between the content determination results of dialyzable *myo*-inositol (*in vitro*) obtained using two methods: microbiological assay vs. HPAEC-PAD method.

Znacznie większe zawartości inozytoli całkowitego uzyskane techniką HPAEC, w stosunku do wyników metody mikrobiologicznej są zgodne z danymi opublikowanymi przez Tagliaferrogo i wsp. [26]. W materiale sypkim typu odżywki dla niemowląt czy mleko w proszku stwierdzili oni 30 - 50 % różnice pomiędzy testem mikrobiologicznym a chromatografią jonową. Porównując materiał zawierający soję, który testowali wymienieni autorzy, z analizowanymi w niniejszej pracy śrutami sojowymi, uzyskano kilkukrotnie większe zawartości (odpowiednio: 300 - 1500 i 2464 - 2822 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$). Powyższe różnice mogą być spowodowane odmienną procedurą przygotowania próbek, która w przypadku Tagliaferrogo i wsp. obejmowała hydrolizę

Tabela 1

Zawartość *mio*-inozytolu analizowanego metodami: mikrobiologiczną oraz HPAEC-PAD
Content of *myo*-inositol analyzed using methods: microbiological assay and HPAEC-PAD.

Typ próbki Type of sample	MIO-INOZYTOL [$\mu\text{G}/\text{G S.M. PRÓBKII}$] / MYO-INOSITOL ¹ [$\mu\text{G}/\text{G D.M. SAMPLE}$]							
	Metoda mikrobiologiczna / Microbiological assay				HPAEC-PAD			
	Całkowity Total	Wolny Free	Dializowalny Dialyzable	Całkowity Total	Wolny Free	Dializowalny Dialyzable	Całkowity Total	Dializowalny Dialyzable
Pasza pszenno-sojowa Wheat-soybean feed	1565,06 ^a ± 42,87	128,46 ^a ± 12,2	276,51 ^a ± 22,13	2748,65 ^b ± 104,27	506,07 ^a ± 40,59	225,93 ^a ± 13,09		
Pasza kukurydziano-sojowa Corn-soybean feed	1357,52 ^b ± 42,87	121 ^a ± 10,72	148,96 ^b ± 10,01	2575,12 ^a ± 156,13	595,21 ^b ± 33,68	364,11 ^b ± 38,95		
Śruta sojowa GMO GM soybean meal	2636,40 ^c ± 58,53	215,07 ^b ± 8,89	250,85 ^a ± 24,8	2822,31 ^a ± 262,44	592,91 ^b ± 42,52	439,34 ^c ± 14,93		
Śruta sojowa tradycyjna Conventional soybean pellet	2392,12 ^d ± 30,27	188,57 ^b ± 14,64	308,23 ^c ± 10,76	2464,86 ^b ± 88,34	547,04 ^a ± 21,39	850,17 ^d ± 50,23		
Kukurydza GMO GM corn	961,29 ^e ± 13,43	73,03 ^c ± 3,64	97,58 ^d ± 2,54	2906 ^a ± 119,15	465,52 ^c ± 41,42	180,48 ^e ± 31,58		
Kukurydza tradycyjna Conventional corn	849,95 ^e ± 40,13	57,55 ^d ± 7,06	92,71 ^d ± 5,32	3667 ^c ± 252,62	482,07 ^c ± 68,82	161,07 ^e ± 9,89		
Pszrenica Wheat	1196,72 ^{fb} ± 128,31	43,03 ^e ± 1,32	145,99 ^b ± 13,47	3017 ^{ad} ± 201,13	205,11 ^d ± 12,47	73,51 ^f ± 8,56		

Objaśnienia: / Explanatory notes:

^a Średnia arytmetyczna ± błąd standardowy (n = 3 w teście mikrobiologicznym, n = 4 w metodzie HPAEC-PAD) / Mean arithmetic value ± SD (n = 3 for microbiological assay, n = 4 for HPAEC-PAD);

^{a-f} te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi (p ≥ 0,05) / mean values marked with the same index letters / ^{a-f} in the column mean no statistically significant differences between mean values (p ≥ 0.05).

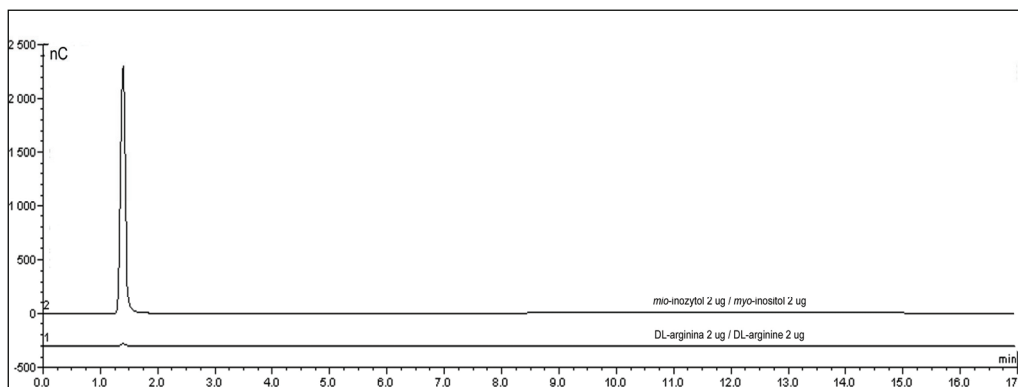
alkaliczną (3 M KOH) oraz enzymatyczną (alkaliczna fosfataza), wobec znacznie ostrzejszej hydrolizy kwasowo-termicznej zastosowanej w niniejszej pracy (1 M HCl, temp. 123 °C, 48 h). Pierwsza procedura nie pozwoliła na uwolnienie całkowitej puli inozytoli obecnego m.in. w fosfolipidach i związkach fitynowych. Autorzy pracy nie określili również zawartości dodatków sojowych w materiale sypkim, która w przypadku analizowanej śrutki sojowej czy mieszanek paszowych jest duża.

Biorąc pod uwagę bardzo podobną stereochemię *mio*- i *chiro*-inozytoli oba izomery mogą charakteryzować identyczne czasy retencji, chociaż Kong i wsp. rozdzielili te związki przy zastosowaniu elektroforezy kapilarnej sprzężonej z detekcją elektrochemiczną [15]. *Chiro*-inozytol jest obecny w znacznych ilościach w tkankach soi, pełniąc funkcję osmoprotektanta, może to być wytłumaczenie większej zawartości oznaczonej w produktach zawierających soję [12]. Powszechnie wiadomo, że soja zawiera dużą ilość białka i aminokwasów. Eggleston [9] podaje, że szczególnie hydrofobowe aminokwasy wpływają na zafałszowanie odczytu w systemach detekcji elektrochemicznej ze złotą elektrodą roboczą, jednak, w przeciwieństwie do jego obserwacji sugerujących efekt supresyjny w przypadku obecności argininy, wykluczono możliwość nakładania się czasów retencji obu związków przy zastosowanych warunkach rozdzielania i ustawieniach detektora PAD (rys. 3).

W pszenicy oznaczono relatywnie niski poziom inozytoli wolnego zarówno metodą mikrobiologiczną ($43 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), jak i HPAEC ($205 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) w stosunku do pozostałych komponentów pasz, m.in. kukurydzy, co jest zgodne z wynikami Koninga [16]. Większość inozytoli związana jest z pulą kwasu fitynowego, więc różnice można przypisać większej zawartości fitynianów w kukurydzy, aż do 88 % całkowitego fosforu [20] w stosunku do 70 - 75 % całkowitego fosforu w pszenicy [22].

Obliczona, na podstawie wyników metody mikrobiologicznej, 10 % biodostępność inozytoli z konwencjonalnej kukurydzy, trawionej *in vitro*, jest zbliżona do uzyskanej przez Spencera [25].

Zawartość *mio*-inozytoli w produktach żywnościowych oraz tkankach zwierzęcych była z sukcesem oznaczana za pomocą metod mikrobiologicznych [14, 30]. Pomimo wysokiej czułości i selektywności na odczyt może jednak wpływać obecność inhibitorów wzrostu testowego mikroorganizmu *S. cerevisiae* ATCC 9080 oraz niekompletne uwolnienie związku z materiału w trakcie testu [26]. W przeciwieństwie do tych mankamentów, metoda chromatografii jonowej może pozwolić na rutynowe, zautomatyzowane i wymagające relatywnie niewielkiego nakładu czasowego pomiary zawartości inozytoli.



Rys. 4. Nałożone chromatogramy wzorców *myo*-inozytolu (2 µg) oraz DL-argininy (2 µg), kolumna CarboPack PA-100, detekcja elektrochemiczna (PAD).

Fig. 4. Overlaid chromatograms of *myo*-inositol (2 µg) and DL-arginine (2 µg) standards, CarboPack PA-100 column, electrochemical detection (PAD).

Dość złożony charakter matrycy, zwłaszcza w przypadku próbek inozytolu dializowalnego oraz wolnego, może wpływać na zawyżenie odczytu detektora elektrochemicznego.

Podsumowanie

Analiza statystyczna wyników uzyskanych przy zastosowaniu techniki HPAEC-PAD oraz testu mikrobiologicznego wskazuje na znaczące rozbieżności pomiędzy obydwiema metodami oznaczania *myo*-inozytolu w paszach i ich roślinnych komponentach. Weryfikacji wymaga ewentualny wpływ substancji pochodzenia białkowego obecnych w dużym stężeniu m.in. w próbkach uzyskanych z procedury *in vitro*, na zafałszowanie odczytu w systemie pulsacyjnej detekcji elektrochemicznej. Powyższe wątpliwości mogą rozstrzygnąć dodatkowe analizy za pomocą chromatografii gazowej GC/MS.

Literatura

- [1] Agranoff B.: W. Turtles all the way: Reflections on *myo*-Inositol. J. Biol. Chem., 2009, **284** (32), 21121-21126.
- [2] Cataldi T.R.I, Margiotta G., Zambonin C.G.: Determination of sugars and alditols in food samples by HPAEC with integrated pulsed amperometric detection using alkaline eluents containing barium or strontium ions. Food Chem., 1998, **62**, 109-115.
- [3] Clements R.S. Jr, Darnell B.: *Myo*-inositol content of common foods: development of a high *myo*-inositol diet. Am. J. Clin. Nutr., 1980, **33**, 1954-1967.


- [4] Corradini C., Canali G., Cogliandro E., Nicoletti I.: Separation of alditols of interests in food products by high-performance anion-exchange chromatography with pulsed amperometric detection. *J. Chromatogr. A.*, 1997, **791**, 343-349.
- [5] Deranieh R.M., Greenberg M.L.: Cellular consequences of inositol depletion. *Biochem. Soc. Trans.*, 2009, **37**, 1099-1103.
- [6] Di Paolo G., De Camilli P.: Phosphoinositides in cell regulation and membrane dynamics. *Nature*, 2006, **443**, 651-657.
- [7] Downes C.P., Macphee C.H.: *Myo*-Inositol metabolites as cellular signals. *Eur. J. Biochem.*, 1990, **193**, 1-18.
- [8] Eagle H., Oyama V.I., Levy M., Freeman A.: *myo*-Inositol as an essential growth factor for normal and malignant human cells in tissue culture. *J. Biol. Chem.*, 1957, **226**, 191-205.
- [9] Eggleston G.: Improved quantitative ion chromatography of industrial sugars: removal of interfering amino acids. *Food Chem.*, 1999, **65**, 483-491.
- [10] Eyster K.M.: The membrane and lipids as integral participants in signal transduction: lipid signal transduction for the non-lipid biochemist. *Adv. Physiol. Education*, 2006, **31**, 5-16.
- [11] Garcia-Esteva R. M.: Phytic acid content in milled cereal products and Brades. *Food Res. Int.*, 1999, **32**, 217-221.
- [12] Gomes C. I., Obendorf R. L., Horbowicz M.: *Myo*-inositol, *D-chiro*-inositol, and *D*-pinitol synthesis, transport, and galactoside formation in soybean explants. *Crop Sci.*, 2005, **45**, 1312-1319.
- [13] Holub B. J.: Metabolism and function of *myo*-inositol and inositol phospholipids. *Annu. Rev. Nutr.*, 1986, **6**, 563-97.
- [14] Indyk H.E., Woollard D.C.: Determination of free *myo*-inositol in milk and infant formula by High-Performance Liquid Chromatography. *Analyst*, 1994, **119**, 397-402
- [15] Kong L., Wang Y., Cao Y.: Determination of *Myo*-inositol and *D-chiro*-inositol in black rice bran by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *J. Food Composit. Anal.*, 2008, **21**, 501-504.
- [16] Koning A.J.: Determination of *myo*-inositol and phytic acid by gas chromatography using scyllitol as a internal standard. *Analyst*, 1994, **119**, 1319-1323.
- [17] Kozuma T., Takahasi M., Endoh T., Kaneko R., Ura N., Shimamoto K., Watanabe N.: An enzymatic cycling method for measurement of *myo*-inositol in biological samples. *Clin. Chim. Acta*, 2001, **312**, 143-151.
- [18] Nicot A., Laporte J.: Endosomal phosphoinositides and human diseases. *Traffic*, 2008, **9**, 1240-1249.
- [19] Norris F.W., Darbre A.: The microbiological assay of inositol with a strain of *Schizosaccharomyces pombe*. *Analyst*, 1956, **81**, 394-400.
- [20] O'Dell B.L., de Boland A.R., Koirtyohann S.R.: Distribution of phytate and nutritionally important elements among the morphological components of cereal grains. *J. Agric. Food Chem.*, 1972, **20**, 718-721.
- [21] Pearce J.: The effects of choline and inositol on hepatic lipid metabolism and the incidence of the fatty liver and kidney syndrome in broilers. *Br. Poult. Sci.*, 1975, **16**, 565-570.
- [22] Peers F.G.: The phytase of wheat. *Biochem. J.*, 1953, **53**, 102-110.
- [23] Perello J., Isern B., Costa-Bauza A., Grases F.: Determination of *myo*-inositol in biological samples by liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. B*, 2004, **802**, 367-370.
- [24] Selle P.H., Ravindran V.: Microbial phytase in poultry nutrition. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2007, **135**, 1-41.
- [25] Spencer J.D., Allee G.L., Sauber T.E.: Phosphorus bioavailability and digestibility of normal and genetically modified low-phytate corn for pigs. *J. Anim. Sci.*, 2000, **78**, 675-681.

- [26] Tagliaferri E.G., Bonetti G., Blake C.J.: Ion chromatographic determination of inositol in infant formulae and clinical products for enteral feeding. *J. Chromatogr. A*, 2000, **879**, 129-135.
- [27] Technical Note No. **66**.: Analysis of Carbohydrates by High Performance Anion Exchange Chromatography with Pulsed Amperometric Detection (HPAEC-PAD), Dionex Corporation, 2000.
- [28] Van Meer G., Voelker D. R., Feigenson G. W.: Membrane lipids: where they are and how they behave. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.*, 2008, **9**, 112-124.
- [29] Viveros A., Centeno C., Brenes A., Canales R., Lozano A.: Phytase and acid phosphatase activities in plant feedstuffs. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 4009-4013.
- [30] Waagbo R., Sandnes K., Lie O.: Effects of inositol supplementation on growth, chemical composition and blood chemistry in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fry. *Aquacult. Nutr.*, 1998, **4**, 53-59.
- [31] Żyła K., Ledoux D.R, Garcia A., Veum T.L.: An *in vitro* procedure for studying enzymic dephosphorylation of phytate in maize-soya bean feeds for turkey poults. *Brit. J. Nutr.*, 1995, **74**, 3-17.
- [32] Żyła K., Mika M., Stodolak B., Wikiera A., Korelski J., Świątkiewicz S.: Towards complete dephosphorylation and total conversion of phytates in poultry feeds. *Poultry Sci.*, 2004, **83**, 1175-1186.

**APPLICATION OF ION CHROMATOGRAPHY COUPLED WITH PULSE
AMPEROMETRIC DETECTION TO DETERMINE MYO-INOSITOL CONTENT
IN PLANT COMPONENTS OF FEED**

S u m m a r y

In the research project, an ion chromatography technique was used as an alternative to microbiological assay to determine the content of *myo*-inositol in plant components of feeds. The analyzed material consisted of both genetically non-modified and modified varieties of wheat, corn, and soybean, as well as of feed mixtures made on the basis thereof. The contents of total and free inositol were determined as was the content of dialyzable inositol released by *in vitro* procedure to simulate the intestinal tract of broilers. The *myo*-inositol was separated on a high-performance, anion-exchange CarboPack PA100 column, and determined using a pulsed amperometric detection procedure (i.e. high performance anion-exchange chromatography with pulse amperometric detection, HPAEC-PAD). The content of total inositol determined by the HPAEC-PAD method ranged between 2572 µg/g (corn-soybean feed) and 3667 µg/g (corn). The data obtained were comparable only with the results of the microbiological assay of both the genetically non-modified and modified soybean pellets, (2392 and 2636 µg/g, respectively). As regards the other feed components, the results obtained by the HPAEC-PAD method were higher than those obtained using the microbiological method, on average: by 30 to 50 %. In the range of the concentration values from 0.1 to 100 µg/ml, a correlation between the two methods analyzed was the highest in the case of the analysis of *myo*-inositol released during the *in vitro* digestion procedure ($r = 0.88$). In all other cases, the results of the microbiological assay were systematically lower because the liberation of total inositol by the acid hydrolysis was incomplete, and *S. cerevisiae* ATCC 9080, the micro-organism analyzed, couldn't utilize the inositol monophosphate to grow. The other possibility was a common presence of hydrophobic aminoacids in soy-containing components of feeds, which could interfere with the system of pulsed amperometric detection.

Key words: *myo*-inositol, *myo*-inositol phosphates, ion-chromatography, electrochemical detection 

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP i Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 30 kwietnia 2011 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 31 marca 2011 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, wód źródlanych i wód stołowych (Dz. U. 2011. Nr 85, poz. 466).

W rozporządzeniu zostały określone:

- szczegółowe wymagania, jakie powinny spełniać naturalne wody mineralne, wody źródlane i wody stołowe, w tym wymagania mikrobiologiczne, maksymalne dopuszczalne poziomy naturalnych składników mineralnych tych wód, warunki poddawania tych wód procesom usuwania składników lub nasycania dwutlenkiem węgla,
 - wzorcowy zakres badań, sposób przeprowadzania oceny i kwalifikacji rodzajowej wód,
 - szczególne wymagania dotyczące oznakowania, prezentacji i reklamy wód,
 - szczegółowe wymagania higieniczne dotyczące wydobywania, transportu i rozlewu wód.
2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 12 kwietnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań jakości handlowej w zakresie opakowań niektórych wyrobów winiarskich (Dz. U. 2011. Nr 87, poz. 489).
Rozporządzenie określa szczególne wymagania dotyczące stosowania butelek i zamknięć typowych dla wina musującego do wyrobów winiarskich, takich jak:

- wino owocowe,
 - wino owocowe aromatyzowane,
 - "Polskie Wino/Polish Wine",
 - "Polskie Wino aromatyzowane/Polish Wine aromatized",
 - napoje winopochodne owocowe lub miodowe,
 - napoje winopodobne owocowe lub miodowe,
 - napoje niskoalkoholowe.
3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia, Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Ministra Obrony Narodowej z dn. 15 kwietnia 2011 r. w sprawie szczegółowych warunków i sposobu współdziałania organów Państwowej Inspekcji Sanitarnej z organami Inspekcji Weterynaryjnej, Wojskowej Inspekcji Sanitarnej oraz Wojskowej Inspekcji Weterynaryjnej w zakresie sprawowania nadzoru nad przestrzeganiem bezpieczeństwa żywności i żywienia (Dz. U. 2011. Nr 88, poz. 504).
- Organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej, Inspekcji Weterynaryjnej i Wojskowej Inspekcji Sanitarnej oraz Wojskowej Inspekcji Weterynaryjnej zostały zobowiązane do współpracy w sposób zapewniający sprawny nadzór nad przestrzeganiem bezpieczeństwa żywności i żywienia.
- Państwowa Inspekcja Sanitarna i Inspekcja Weterynaryjna mają obowiązek:
- przekazywania sobie informacji i materiałów o uchybieniach stwierdzonych w związku z dokonywaniem urzędowej kontroli żywności, stwarzających zagrożenie dla zdrowia lub życia człowieka i bezpieczeństwa żywności i żywienia, w tym o przypadkach stwarzających zagrożenie chorób odzwierzęcych, stanowiących naruszenie przepisów prawa żywnościowego,
 - przy organizowaniu jednoczesnych kontroli udzielania sobie pomocy dotyczącej jej przeprowadzania i wykonywania badań laboratoryjnych, określając każdorazowo jej szczegółowy zakres i sposób realizacji,
 - stosownie do potrzeb mają organizować okresowe spotkania w sprawach dotyczących realizacji zadań z zakresu nadzoru nad bezpieczeństwem żywności i żywienia na terenie właściwości tych organów,
 - mają organizować wspólne szkolenia dotyczące systemów mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa żywności i żywienia, w tym systemu analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli HACCP,
 - przekazywania sobie niezwłocznie informacje o przypadkach chorób odzwierzęcych i zatruc pokarmowych mających związek ze spożyciem środków spożywczych pochodzenia zwierzęcego stwarzających zagrożenia sanitarno-epidemiczne,
 - uzgadniania planów urzędowych kontroli, uwzględniając sytuację epidemiczną i epizootyczną na terenie właściwości tych organów oraz wymieniają

dane niezbędne do analizy ryzyka w zakresie ochrony zdrowia lub życia człowieka oraz bezpieczeństwa żywności i żywienia,

- w przypadku wystąpienia zatrucia pokarmowego środkami spożywczymi wyprodukowanymi w zakładzie objętym nadzorem Inspekcji Weterynaryjnej oraz Państwowej Inspekcji Sanitarnej mogą dokonywać jednoczesnych kontroli i poboru próbek do badań.

Państwowa Inspekcja Sanitarna ma obowiązek współpracowania z Wojskową Inspekcją Sanitarną oraz Wojskową Inspekcją Weterynaryjną w zakresie przeprowadzania audytów przez Wojskową Inspekcję Sanitarną oraz Wojskową Inspekcję Weterynaryjną, w zakładach zaopatrujących w żywność lub ubiegających się o takie zaopatrywanie Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej oraz wojsk obcych przebywających na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej.

4. Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dn. 21 stycznia 2011 r. w sprawie podstaw programowych kształcenia w zawodach: asystent osoby niepełnosprawnej, florysta, kucharz małej gastronomii, operator maszyn leśnych, opiekun medyczny, pracownik pomocniczy obsługi hotelowej, sprzedawca, technik handlowiec, technik organizacji usług gastronomicznych, technik przetwórstwa mleczarskiego i technik weterynarii (Dz. U. 2011. Nr 49, poz. 254).

Zostały określone podstawy programowe kształcenia w zawodach: kucharz małej gastronomii, technik organizacji usług gastronomicznych, technik przetwórstwa mleczarskiego, technik weterynarii. Zawody te są objęte klasyfikacją zawodów szkolnictwa zawodowego.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) Nr 382/2011 z dn. 18 kwietnia 2011 r. rejestrujące w rejestrze gwarantowanych tradycyjnych specjalności nazwę „Kielbasa myśliwska”(GTS)] (Dz. Urz. UE 2011 r. Nr 106, s. 6).
Na wniosek Polski została dokonana rejestracja nazwy „Kielbasa myśliwska”. Klasa 1.2. Produkty wytworzone na bazie mięsa (podgotowanego, solonego, wędzonego itd.) POLSKA Kielbasa myśliwska (GTS). ☒

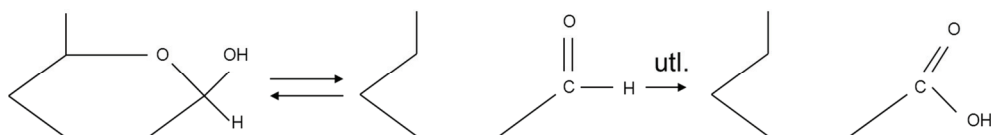
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA

INTERAKCJE SKŁADNIKÓW ŻYWNOŚCI

Prezentujemy 3. część cyklu nt.: „Interakcje składników żywności”. Druk materiałów z tego cyklu rozpoczęliśmy w Żywności nr 1 (74), 2011.

Pytanie: dlaczego glukoza w przeciwieństwie do fruktozy ulega reakcji utlenienia do kwasu?

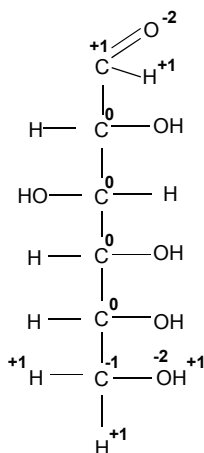
Pytanie jest zasadne, biorąc pod uwagę właściwości aldehydów i ketonów. Glukoza jak i fruktoza występują zarówno w postaci pierścieniowej, jak i łańcuchowej. Powstaje więc kolejne pytanie czy glukoza w formie pierścieniowej ma właściwości redukujące, czyli może się utleniać do kwasu. Istotnie, w roztworze wodnym niewielka ilość glukozy (od 0,5 do 1,0 %) występuje w formie łańcuchowej i ta forma jest odpowiedzialna za jej właściwości redukujące. Ta łańcuchowa postać glukozy, chociaż występuje w małym stężeniu, prawdopodobnie w czasie reakcji katalizowanych kwasem lub zasadą szybko się ponownie wytwarza. Dowodzi to faktu, że grupa -OH nazywana „potencjalną grupą karbonylową” różni się od pozostałych normalnych grup -OH swoją reaktywnością. Przede wszystkim utlenia się ona łatwo, przez co nadaje cząsteczce glukozy charakter związku redukującego, tzn. zdolnego redukować inne związki, jednocześnie utleniając się do grupy karboksylowej. Schematycznie reakcję tę przedstawiono na rys. 1.



Rys.1. Reakcja utlenienia glukozy do kwasu glukonowego.

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

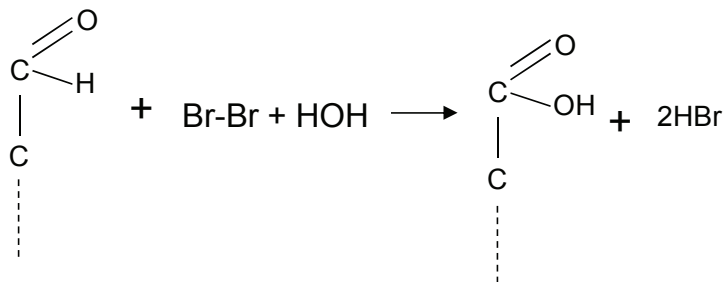
Odpowiedź na postawione pytanie nie jest pełna, ponieważ wiadomo, że w glukozie utlenieniu do grupy karboksylowej ulega nie tylko grupa aldehydowa, ale również grupa -OH związana z szóstym atomem węgla. W celu wyjaśnienia tego zagadnienia konieczne jest przypomnienie zasady utleniania związków organicznych. W chemii organicznej określenie stopnia utlenienia pierwiastka, które odbywa się zwykle na podstawie skali elektroujemności Paulinga jest stosowane znacznie rzadziej, niemniej jest bardzo użyteczne przy bilansowaniu reakcji utleniania i redukcji. Pierwiastek bardziej elektroujemny otrzymuje ładunek -1, bardziej elektrododatni +1. W przypadku wiązania podwójnego i potrójnego wynikają odpowiednio ładunki -2 i +2 względnie -3 i +3. Wiązanie między jednakowymi atomami (wiązanie C-C, O-O w nadtlenukach) rozpatruje się zawsze jako całkowicie niepolarne (przyporządkowane ± 0). Suma ładunków wynikających z wszystkich wiązań atomu stanowi *stopień utlenienia* tego atomu. W przypadku glukozy stopnie utlenienia atomów węgla są zróżnicowane, co przedstawiono na rys. 2. Z analizy stopni utlenienia atomów węgla w glukozie wynika, że 1C jest na +1 stopniu tlenienia, 2,3,4,5C na 0, natomiast 6C na -1.



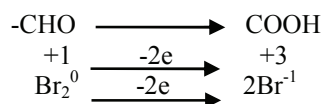
Rys. 2. Stopnie utlenienia atomów węgla w glukozie.

Utlenianie jest procesem, w którym substancja utleniana traci, natomiast utleniacz uzyskuje elektrony. Tak więc różne stopnie „utlenienia” atomów węgla w glukozie świadczą o zróżnicowaniu ich powinowactwa elektronowego. Grupa funkcyjna zawierająca węgiel na wyższym stopniu „utlenienia” będzie się utleniać łatwiej niż grupa funkcyjna zawierająca węgiel na niższym stopniu „utlenienia”. Zgodnie z tym w glukozie najpierw będzie się utleniać grupa aldehydowa, a następnie grupa hydroksylowa przy szóstym atomie węgla. Utlenianie pozostałych grup hydroksylowych jest niemożliwe bez rozerwania łańcucha węglowego, co podczas całkowitego utlenienia

glukozy prowadzi w efekcie do dwutlenku węgla i wody. Grupę aldehydową glukozy można wybiórczo utlenić w reakcji z wodą bromową, która jako odczynnik o charakterze kwasowym nie powoduje izomeryzacji cząsteczki. W wyniku tak przeprowadzonego utlenienia glukozy otrzymuje się kwas glukonowy (rys. 3).

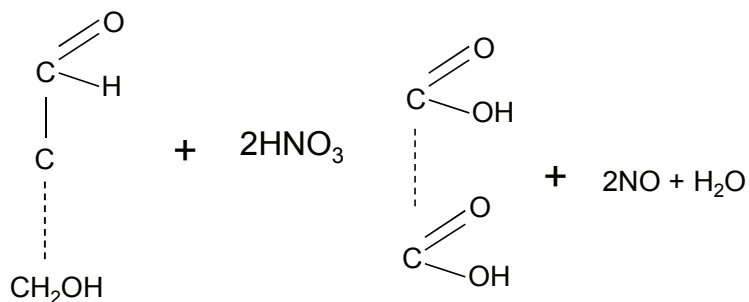


Bilans reakcji utlenienia glukozy wodą bromową:

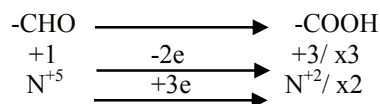


Rys. 3. Utlenienie glukozy wodą bromową do kwasu glukonowego.

Zastosowanie silniejszego utleniacza, jakim jest kwas azotowy, prowadzi do powstania dikarboksyłowego kwasu glukouronowego (rys. 4).

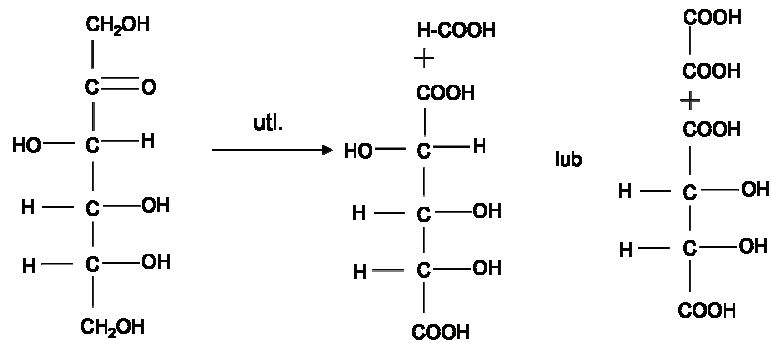


Bilans reakcji utlenienia glukozy kwasem azotowym:



Rys. 4. Utlenienie glukozy kwasem azotowym do kwasu glukouronowego.

Na zakończenie tego cyklu należy przypomnieć, że ketozy są odporniejsze na utlenianie niż aldozy. Podczas utlenienia fruktozy rozpada się ona na dwa lub więcej kwasów, tzn. do kwasu mrówkowego i kwasu trihydroksyglutarowego lub kwasu szczawiowego i kwasu winowego (rys. 5).



Rys. 5. Utlenienie fruktozy do kwasu mrówkowego i kwasu trihydroksyglutarowego lub kwasu szczawiowego i winowego. ☒

* Opracowanie graficzne: mgr Mirosław Obrębski

NOWE KSIĄŻKI

Irradiation of Food Commodities. Techniques, Applications, Detection, Legislation, Safety and Consumer

[Irradiacja towarów żywnościowych. Techniki, zastosowania, wykrywanie, legislacja, bezpieczeństwo i konsument]

Arvanitoyannis I.S.

Wydawnictwo: Elsevier, USA, 2010, ISBN: 978-0-12-374718-1, stron 736, cena 139,95 USD

Zamówienia: www.elsevierdirect.com

Technika iradiacji (napromieniania) jest stosowana do kontrolowania procesów biologicznych w celu wydłużenia okresu trwałości produktów świeżych. Można ją także stosować do sterylizacji opakowań. Korzystne efekty biologiczne iradiacji obejmują blokowanie kiełkowania, spowalnianie dojrzewania i powstrzymywanie wylęgania owadów. Na poziomie mikrobiologicznym iradiacja eliminuje mikroorganizmy patogene i gnilne. Jej podstawową zaletą jest to, że promieniowanie przenika przez żywność i niszczy mikroorganizmy, ale nie powoduje wzrostu temperatury, zatem ma minimalny wpływ na składniki odżywcze. Białka i węglowodany mogą ulegać częściowemu rozkładowi, lecz ich wartość odżywcza pozostaje niemal niezmienną. Iradiacja żywności jest niskonakładową metodą zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego, wydłużającą trwałość produktu. Mimo korzyści tego zabiegu nie jest ona akceptowana przez większość konsumentów, dlatego w książce przytoczono argumenty, które powinny wyjaśnić wątpliwości. Książka składa się z 7 rozdziałów. Omówiono w niej zagadnienia prawne z zakresu napromieniania żywności w UE, USA, Kanadzie, Australii i Brazylii. Ponadto przedstawiono techniki i materiały stosowane w iradiacji. Kolejny rozdział poświęcono żywności poddawanej procesowi iradiacji i detekcji oraz ocenie ryzyka. W czwartym rozdziale opisano zastosowanie iradiacji do żywności pochodzenia zwierzęcego (mięsa, drobiu, jaj, mleka, nabiału oraz ryb i owoców morza). Piąty rozdział poświęcono zastosowaniu iradiacji do żywności pochodzenia roślinnego (zboż, owoców i warzyw). W szóstym rozdziale omówiono inne zastosowania iradiacji. Natomiast w ostatnim przedstawiono opinie i zachowania konsumentów wobec żywności poddawanej procesowi iradiacji.

Książka adresowana jest do studentów kierunków: żywienia człowieka i technologii żywności, naukowców, technologów żywności oraz przedsiębiorców zainteresowanych problemami irradacji.

Bezpieczeństwo produktów. Komentarz do ustawy o ogólnym bezpieczeństwie produktów.

Kotowski W., Kurzęba B.

Wydawnictwo: Difin, Warszawa 2010, ISBN: 978-83-7641-282-5, stron 248, cena 65 zł.

Zamówienia: www.ksiegarnia.difin.pl

Książka ma na celu przybliżenie wymagań dotyczących bezpieczeństwa produktów żywnościowych, obowiązków producentów i dystrybutorów w zakresie zapewnienia tego bezpieczeństwa oraz zasad i trybu sprawowania nadzoru gwarantującego bezpieczeństwo produktów wprowadzanych na rynek, określonych w ustawie. Przepisy prawne zostały przedstawione w formie komentarza do każdego artykułu, uszeregowanego w formie zwięzłych tez. Opracowanie uzupełniono wykazem aktów wykonawczych oraz postanowień dyrektywy 2001/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 3 grudnia 2001 r. w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów (Dz. U. WE Nr L 11/4), mającej ścisły związek z komentowaną ustawą.

Książka adresowana jest przede wszystkim do studentów i absolwentów wydziałów związanych z technologią i towaroznawstwem żywności, uniwersytetów/akademii rolniczych i ekonomicznych. Będzie ona również przydatna dla technologów, towaroznawców i producentów żywności zainteresowanych problematyką bezpieczeństwa produktów oraz obowiązującymi aktami prawnymi.

Pulse Foods. Processing, Quality and Nutraceutical Applications

[Żywność strączkowa. Przetwórstwo, jakość i zastosowanie żywieniowe]

Tiwari B.K., Gowen A., McKenna B.

Wydawnictwo: Difin, Warszawa, 2011, ISBN: 978-0-12-382018-1, stron 483, cena 150 USD

Zamówienia: www.elsevierdirect.com

Główną zaletą nasion roślin strączkowych jest duża zawartość białka charakteryzującego się wysoką wartością odżywczą, co wyróżnia je spośród produktów roślinnych. Ponadto są one bogate m.in. w lizynę, węglowodany złożone, witaminy z grupy B oraz kwasy tłuszczowe. Dietetycy podkreślają również znaczenie dla funkcjonowania przewodu pokarmowego człowieka frakcji błonnika pokarmowego zawartego w nasionach roślin strączkowych. Korzystne działanie przeciwutleniające przypisuje się zawartym

w soi izoflawonom (genisteinie i daidzeinie) oraz saponinom, które wpływają hamująco na rozwój komórek nowotworowych. W książce zawarto wiele informacji na temat nowatorskich technologii przetwarzania całych roślin strączkowych, technik frakcjonowania roślin do składników, ich funkcjonalnych i żywieniowych właściwości oraz potencjalnego zastosowania.

Z podręcznika mogą korzystać studenci kierunków: technologia żywności, towaroznawstwo żywności i pokrewne, pracownicy naukowcy oraz przedsiębiorcy zajmujący się przetwórstwem żywności, którzy mogą wykorzystać informacje zawarte w książce do projektowania nowych wyrobów z udziałem nasion roślin strączkowych.

Ensuring Global Food Safety. Exploring Global Harmonization

[Zapewnianie globalnego bezpieczeństwa żywności. Badanie globalnej harmonizacji]

Boisrobert C., Stjepanovic A., Oh S., Lelieveld H]

Wydawnictwo: Elsevier, USA, 2011, ISBN: 978-0-12-374845-4, cena 115 USD

Zamówienia: www.elsevierdirect.com

Wiele substancji, które mogą znajdować się w żywności lub w jej otoczeniu, może powodować niekorzystne skutki zdrowotne. Prawdopodobieństwo niekorzystnych efektów zdrowotnych jest związane z wielkością dawki, częstością oraz całkowitym czasem narażenia na te substancje. W przypadku większości składników chemicznych istnieje poziom narażenia, poniżej którego nie występują niekorzystne efekty zdrowotne u ludzi. Jest to spowodowane tym, iż organizm ludzki jest wyposażony w możliwość szybkiego usuwania większości niepożądanych substancji oraz naprawiania uszkodzeń komórek i tkanek. Jeśli jednak substancja chemiczna zostanie spożyta w ilościach przekraczających możliwości kompensacyjne organizmu, mogą się pojawić niepożądane efekty zdrowotne. Książka składa się z 24 rozdziałów. Ma na celu przedstawienie przykładów poprawy bezpieczeństwa dostaw żywności na światowym rynku oraz wskazanie możliwości zwiększenia ilości żywności dla ludzi w krajach biednych. Zostały w niej zaprezentowane narzędzia służące poprawie regulacji prawnych. Skierowana jest do producentów żywności, naukowców zainteresowanych tworzeniem nowych produktów oraz osób zaangażowanych w sprawy międzynarodowej dystrybucji żywności, którzy powinni znać regulacje prawne z zakresu bezpieczeństwa żywności.

BioczuJNIKI do wykrywania GMO

Ligaj M.

Wydawnictwo: Wyd. UE w Poznaniu, Poznań, 2010, ISBN: 978-83-7417-471-8, stron 125, cena 14,25 zł.

Zamówienia: www.ksiegarnia-ue.pl

Biosensory są to zminiaturyzowane czujniki, w których rolę części receptorowej, tj. rozpoznającej selektywnie oznaczane związki chemiczne, pełnią elementy biologiczne tj.: enzymy, przeciwciała, żywe mikroorganizmy oraz tkanki roślinne i zwierzęce. Z częścią receptorową powiązane są niebiologiczne przetworniki (transduktory) służące do przekształcania sygnału biologicznego na sygnał, który można zmierzyć fizycznie. Biosensory mogą być stosowane do monitoringu i kontroli procesów, na przykład w przemyśle farmaceutycznym lub spożywczym. W przemyśle spożywczym stosowane są najczęściej do: monitorowania procesów przemysłowych, identyfikacji obcego DNA, np. przy identyfikacji GMO oraz do przeprowadzania analiz produktów żywnościowych.

W podręczniku przedstawiono elektrochemiczny czujnik DNA (biosensor), który może mieć zastosowanie do wykrywania genetycznych modyfikacji w surowcach żywnościowych. Konstrukcja czujnika jest przykładem zastosowania nanotechnologii. Publikacja jest przeznaczona zarówno dla wykładowców, doktorantów i studentów uczelni wyższych na kierunkach: technologia żywności, żywienie człowieka, towaroznawstwo i innych pokrewnych z obszaru nauk o żywności, jak i wszystkich tych, którzy zajmują się przetwórstwem i dystrybucją żywności w praktyce.

Opracowała: *Anna Gręda*

TECHNOLOG ŻYWNOSCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 21 Nr 3

czerwiec 2011

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Oddział Lubelski

W dniu 11 kwietnia 2011 r. w Auli Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie odbyło się seminarium naukowe „Normalizacja w przemyśle żywnościowym”. Seminarium zorganizowano z inicjatywy Oddziału Lubelskiego PTTŻ przy współpracy z Wydziałem Nauk o Żywności i Biotechnologii. Celem seminarium było przybliżenie kadrze dydaktycznej i studentom zasad funkcjonowania systemu normalizacji w Polsce oraz reguł uczestnictwa w pracach normalizacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem roli norm w przemyśle żywnościowym. Zaproponowana tematyka spotkała się z bardzo dużym zainteresowaniem, w seminarium wzięło udział 120 osób, w tym członkowie PTTŻ, pracownicy uczelni i studenci. Problematykę normalizacji przedstawili pracownicy Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Uczestnicy Seminarium wysłuchali czterech wykładów poświęconych problematyce normalizacji:

- Zygmunt Niechoda, dyrektor Wydziału Relacji Zewnętrznych PKN, scharakteryzował system normalizacji dobrowolnej;
- Anna Korab, dyrektor Wydziału Koordynacji PKN, przybliżyła organizację systemu normalizacji w Polsce;
- Teresa Sosnowska, Główny Specjalista - konsultant Sektora Żywności, Rolnictwa i Leśnictwa PKN, omówiła zasady normalizacji w przemyśle spożywczym,
- Barbara Kołodziej, Główny Specjalista - konsultant Sektora Żywności, Rolnictwa i Leśnictwa PKN omówiła strukturę i wymagania normy PN-EN ISO 22000:2006 „Systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności. Wymagania dla każdej organizacji należącej do łańcucha żywnościowego”.

Oddział Małopolski

W dniu 30 maja 2011 r. odbyło się zebranie naukowe, na którym prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna wygłosiła wykład pt.: "Aspekty czasowe pomiaru wrażeń sensorycznych – metody i zastosowanie".

Sekcja Młodej Kadry Naukowej

W dniach 12 - 13 maja 2011 r. odbyła się w Olsztynie XVI Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ n.t. „Ewolucja żywności”. W Sesji wzięło udział ponad 100 uczestników z większości ośrodków nauki o żywności w kraju. Przewodniczącą Komitetu Organizacyjnego była dr inż. Małgorzata Wronkowska z IRZiBŻ PAN w Olsztynie.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYKRAJOWE I KRAJOWE
KONFERENCJE NAUKOWE W 2011 r.

Czerwiec

29.06. – 01.07. WARSZAWA = XL Sesja Komitetu Nauk o Żywności PAN nt. „Tradycja i nowoczesność w żywności i żywieniu”. Organizatorzy: KNoŻ PAN, Wydział Nauk o Żywności SGGW, Oddział Warszawski PTTŻ
Kontakt: e-mail: konferencja_knoz@sggw.pl
<http://50ltawnoz.sggw.pl/index.php>

Lipiec

6 – 8 GDAŃSK = Konferencja Euro Food Chem XVI „Translating food chemistry into health benefits”. Organizatorzy: Wydział Chemii Uniwersytetu Gdańskiego oraz Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie
Kontakt: dr Kamila Klimaszewska
e-mail: eurofoodchemxvi@gmail.com
www.eurofoodchemxvi@gmail.com

Sierpień

31.08 – 02.09. MEDIOLAN = 2nd International ISEKI_Food Conference: “New Skills and New Jobs, New Tools for Research and Food Process Innovation, Food for Wellbeing: an International Perspective”. Organizatorzy: Uniersita Degli Studi Di Milano, ISEKI_Food Projekt, ISEKI Food Association.
Kontakt: www.isekiconferences.com

Wrzesień

7 – 9 LUBLIN = Konferencja Naukowa nt.: „Genetyczne i środowiskowe możliwości dostosowania jakości mleka i mięsa oraz ich przetworów do wymagań konsumentów”.
Organizatorzy: Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.
Kontakt: dr hab. inż. Mariusz Florek
Tel. 81 445 66 21; e-mail: mariusz.florek@up.lublin.pl

19 - 20 WROCŁAW = V Międzynarodowa Konferencja z cyklu: "Quality and safety in food production chain" – „Jakość i bezpieczeństwo zdrowotne w łańcuchu produkcji żywności”

Organizatorzy: Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością Wydziału Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu oraz Wrocławski Oddział PTTŻ

Kontakt: dr hab. Grażyna Krasnowska, prof. UW

e-mail: ktsz@wnoz.up.wroc.pl; www.up.wroc.pl

Listopad

24 – 26 LIDZBARK WARMIŃSKI = II Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Promocyjna nt. „Żywność regionalna i tradycyjna – aspekty surowcowe, technologiczne i ekonomiczne”. Organizatorami Konferencji są: Centrum Badań Żywności Naturalnej i Tradycyjnej UWM w Olsztynie, Urząd Marszałkowski Województwa Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, KNoŻ PAN oraz PTTŻ

Kontakt: dr inż. Joanna Klepacka

e-mail: klepak@uwm.edu.pl; www.uwm.edu.pl/cbznt

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOCI

Przy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, RAISIO POLSKA FOODS Sp. z o.o. Karczew, FRITO – LAY POLAND Sp. z o.o. Grodzisk Mazowiecki, HORTIMEX Sp. z o.o. Konin, Włodzimiera Masłowski Kartezjusz A Votre Service, Warszawa.**

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

Przy Oddziale Szczecińskim: **Hartim Szczecin**

Material zawarty w Nr 3 (76)/2011 Biuletynu podano według stanu informacji do 1 czerwca 2011 r. Materiały do Nr 4 (77)/2011 prosimy nadsyłać do 1 sierpnia 2011 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKAT

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

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

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