



ŻYWNOSĆ

Nauka
Technologia
Jakość

Nr 1 (56)

Kraków 2008

Rok 15

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

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 012/ 662-51-61; 657-69-78;

e-mail: ewaslawska@wp.pl

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

Stali współpracownicy: prof. dr hab. Teresa Fortuna (Kraków), prof. dr hab. Jacek Kijowski
(Poznań), dr Grażyna Morkis (Warszawa), prof. AE dr hab. inż. Stanisław Popek (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. Mirosław Fik, prof. dr hab. Józef Fornal,
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. Paweł P. Pisulewski, prof. dr hab. Piotr
Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Zdzisław Targoński,
prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, prof. dr hab. Erwin Wąsowicz

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

RADA KONSULTACYJNA: prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr Jerzy Jankun (USA),
prof. dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr Marian Naczka (Kanada), prof. dr Jan Pokorny
(Czechy), prof. dr Roman Przybylski (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 2008

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 700 egz.

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

tel./fax (012) 280-71-51; www.akapit.krakow.pl

e-mail: wn@akapit.krakow.pl

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności

Nr 1 (56)

Kraków 2008

Rok 15

SPIS TREŚCI

Od Redakcji.....	3
TADEUSZ KOŁCZAK: Jakość wołowiny.....	5
MAREK SIKORA, MAGDALENA KRYSZYJAN: Interakcje skrobi różnego pochodzenia botanicznego z nieskrobiowymi hydrokoloidami polisacharydowymi.....	23
DOROTA GAŁKOWSKA, TERESA FORTUNA: Charakterystyka żeli sporządzonych ze skrobi ziemniaczanej z udziałem wybranych sacharydów.....	41
ZBIGNIEW RZEDZICKI, ANNA WIRKIJOWSKA: Charakterystyka składu chemicznego przetworów jęczmiennych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego.....	52
AGNIESZKA NAWIRSKA, ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, ALICJA Z. KUCHARSKA, ANITA BIESIADA, MALWINA BEDNAREK: Porównanie zawartości frakcji włókna pokarmowego w odmianach dyni z gatunku <i>Cucurbita maxima</i> i <i>Cucurbita pepo</i>	65
ANNA STASIAK, ANETA ULANOWSKA: Aktywność przeciwutleniająca nowych odmian fasoli (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	74
MARIAN REMISZEWSKI, MAŁGORZATA KULCZAK, KRZYSZTOF PRZYGOŃSKI, EUGENIUSZ KORBAS, MARIA JEŻEWSKA: Zmiany aktywności przeciwutleniającej nasion fasoli kolorowej 'Red kidney' (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) pod wpływem różnych form obróbki hydrotermicznej.....	83
MIROSLAWA SZLACHTA, MARIA MAŁECKA: Właściwości przeciwutleniające herbatek owocowych.....	92
DARIUSZ KLÓDKA, MACIEJ BOŃKOWSKI, ARKADIUSZ TELESIŃSKI: Zawartość wybranych metyloksantyn i związków fenolowych w naparach różnych rodzajów herbat rozdrobnionych (<i>dust</i> i <i>fannings</i>) w zależności od czasu parzenia.....	103
EUGENIA CZERNYSZEWICZ: Ważność wybranych cech jakościowych jabłek dla konsumentów.....	114
JERZY SZPENDOWSKI, EMIL SZYMAŃSKI, MONIKA BIAŁOBRZEWSKA, AGNIESZKA KWIATKOWSKA: Wpływ dodatku chlorku wapnia i ogrzewania mleka na skład chemiczny i wartość odżywczą sera salami.....	126
PIOTR POKRZYWA, EWA CIEŚLIK: Ocena sposobu żywienia pacjentów w szpitalach województwa małopolskiego.....	138
WIESŁAW ŁUKASIŃSKI: Zarządzanie jakością produktu ekologicznego.....	146
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym.....	154
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA: Współczesny leksykon wiedzy o żywności.....	156
STANISŁAW POPEK: Nowe książki.....	157
Technolog Żywności.....	161

Zamieszczone artykuły są recenzowane

Czasopismo jest referowane przez: AGRO-LIBREX, Chemical Abstracts Service i IFIS

FOOD. Science. Technology. Quality

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

No 1 (56)

Kraków 2008

Vol. 15

CONTENTS

From the Editor.....	3
TADEUSZ KOŁCZAK: Beef quality.....	5
MAREK SIKORA, MAGDALENA KRYSZYJAN: Interactions between starch from different botanical sources and non-starchy hydrocolloids.....	23
DOROTA GAŁKOWSKA, TERESA FORTUNA: The characteristics of gels made up of potato starch with some selected saccharides added.....	41
ZBIGNIEW RZEDZICKI, ANNA WIRKIJOWSKA: Chemical composition profile of some selected barley products with the fractional composition of dietary fibre taken into consideration.....	52
AGNIESZKA NAWIRSKA, ANNA SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, ALICJA Z. KUCHARSKA, ANITA BIESIADA, MALWINA BEDNAREK: Comparing the contents of dietary fibre fractions in some varieties of <i>Cucurbita maxima</i> and <i>Cucurbita pepo</i>	65
ANNA STASIAK, ANETA ULANOWSKA: Antioxidant activity of the new bean cultivars (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	74
MARIAN REMISZEWSKI, MAŁGORZATA KULCZAK, KRZYSZTOF PRZYGOŃSKI, EUGENIUSZ KORBAS, MARIA JEŻEWSKA: Changes in the antioxidant activity of 'Red kidney' bean seeds (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) owing to various hydrothermal processing methods applied.....	83
MIROŚLAWA SZLACHTA, MARIA MAŁECKA: Antioxidant properties of fruit teas.....	92
DARIUSZ KLÓDKA, MACIEJ BOŃKOWSKI, ARKADIUSZ TELESIŃSKI: Content profile of some selected methylxanthines and phenolic compounds in infusions of various tea types in a crumbled form (<i>dust</i> and <i>fannings</i>) depending on the brewing time.....	103
EUGENIA CZERNYSZEWICZ: The importance of some selected qualitative features of apples for the buyers.....	114
JERZY SZPENDOWSKI, EMIL SZYMAŃSKI, MONIKA BIAŁOBRZEWSKA, AGNIESZKA KWIATKOWSKA: The effect of calcium chloride addition and heating the milk on the chemical composition and nutritive value of salami cheese.....	126
PIOTR POKRZYWA, EWA CIEŚLIK: Evaluation of the nutrition practices for patients in the hospitals located in the Malopolska province.....	138
WIESŁAW ŁUKASIŃSKI: Organic product quality management.....	146
GRAŻYNA MORKIS: Food Problems in Polish and EU Legislation.....	154
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA: Food Science Lexicon – Contemporary Terms.....	156
STANISŁAW POPEK: Book Reviews.....	157
The Food Technologist.....	161

Only reviewed papers are published

Covered by: AGRO-LIBREX and Chemical Abstracts Service and IFIS

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

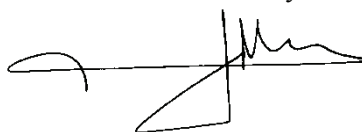
przekazujemy Państwu nr 1 (56) naszego czasopisma. Jest to jeden z sześciu numerów, które planujemy wydać w tym roku. Egzemplarz, który Państwo otrzymujecie rozpoczyna 15 rok wydawania „ŻYWNOŚCI”. W ciągu tych kilkunastu lat czasopismo przeszło długą drogę doskonalenia poziomu naukowego i jest dzisiaj podstawowym czasopismem polskojęzycznym z dziedziny nauk o żywności, a dzięki zamieszczaniu abstraktów w światowych bazach ma zasięg międzynarodowy.

Istnienie naszego czasopisma, to istotne osiągnięcie działalności Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności.

Powtarzamy nasz apel, w dobrze pojętym naszym wspólnym interesie, **cytujmy polskich autorów publikujących w „Żywności”** w publikacjach kierowanych do czasopism zagranicznych! Także zwracamy coraz większą uwagę na cytowanie wcześniej opublikowanych artykułów w „Żywności” w nadsyłanych do Redakcji artykułach. Cytowanie wcześniej opublikowanych artykułów wiążących się tematycznie z nadsyłanymi pracami będzie warunkiem przyjęcia pracy do publikacji.

Kraków, marzec 2008 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora

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

**Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Politechniki Łódzkiej**

Instytut Chemicznej Technologii Żywności

zapraszają na

XIII Sesję Naukową SMKN PTTŻ

**„Żywność współczesna – szanse
i zagrożenia”**

Łódź 28 – 29 maja 2008 r.

ADRES DO KORESPONDENCJI:

dr inż. Katarzyna Grzelak
Politechnika Łódzka
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Instytut Chemicznej Technologii Żywności
ul. Stefanowskiego 4/10
90-924 Łódź
tel. 0-42 631-34-65
e-mail: sesjanaukowa@snack.p.lodz.pl

TADEUSZ KOŁCZAK

JAKOŚĆ WOŁOWINY

Streszczenie

Głównym przeznaczeniem użytkowym wołowiny jest mięso kulinarne. W ocenie konsumenckiej jakość wołowiny w punkcie sprzedaży określają: barwa, ilość widocznego tłuszczu, konsystencja i zapach. O właściwościach kulinarnych wołowiny przeznaczonej do obróbki cieplnej decydują kruchość i smakowitość. Omówiono czynniki wpływające na wartość odżywczą wołowiny, jej barwę, kruchość i smakowitość. Na wymienione cechy jakościowe mają wpływ zarówno naturalne różnice między mięśniami, wynikające z ich funkcji fizjologicznej i budowy, jak również działania podejmowane przez producentów (hodowców, dostawców zwierząt) i technologów.

Słowa kluczowe: wołowina, wartość odżywcza, barwa, kruchość, smakowitość

Wprowadzenie

Jakość żywności określają: wartość odżywcza, bezpieczeństwo zdrowotne i akceptacja konsumencka. Pod względem użytkowym wołowina przeznaczana jest przede wszystkim na mięso kulinarne. W ocenie konsumenckiej jakość wołowiny w punkcie sprzedaży określa barwa, ilość widocznego tłuszczu (marmurkowatość), konsystencja i zapach [30]. O właściwościach kulinarnych wołowiny przeznaczonej do obróbki cieplnej decydują natomiast kruchość i smakowitość [56]. W przeciwieństwie do wieprzowiny, której głównym przeznaczeniem użytkowym są przetwory mięsne, zmienność wodochłonności wołowiny jest mała i nie odgrywa większej roli przy jej ocenie jako surowca kulinarnego i przerobowego.

Na wymienione cechy jakościowe wpływ mają zarówno naturalne różnice między mięśniami związane z ich funkcją fizjologiczną i budową, jak i czynności związane z chowem, transportem oraz przetwórstwem.

Obecne tendencje w dystrybucji kulinarnego mięsa wołowego zmierzają do przekazywania do obrotu elementów mięsnych (konfekcjonowanych lub nie) złożonych z tych samych anatomicznie mięśni szkieletowych. Znajomość czynników wpływają-

cych na właściwości jakościowe różnych mięśni szkieletowych tuszy bydłęcej ma duże znaczenie z punktu widzenia doboru warunków i czasu składowania mięsa po uboju oraz wyboru optymalnych metod jego przygotowania (ogrzewania) kulinarnego.

Omówiono czynniki wpływające na wartość odżywczą wołowiny, jej barwę, kruchość i smakowość.

Wartość odżywcza

O wartości odżywczej wołowiny decydują zawartość i skład białka oraz tłuszczu śródmięśniowego. Zawartość białka w wołowinie kulinarnej kształtuje się na poziomie 18 - 23%, tłuszczu śródmięśniowego poniżej 5%. Udział węglowodanów i produktów ich rozkładu w wołowinie jest mniejszy niż 1%, a składników mineralnych około 1%. Mięso wołowe, zawiera więcej przyswajalnego żelaza niż mięso innych gatunków zwierząt rzeźnych.

Wartość biologiczną i odżywczą białka mięsa determinuje zawartość śródmięśniowej tkanki łącznej. Morfologia, skład i ilość śródmięśniowej tkanki łącznej zmieniają się w zależności od typu mięśnia, rasy i wieku zwierzęcia [65]. Duże różnice w cenie wołowych elementów kulinarnych, np. steków z polędwicy czy goleni, będące odzwierciedleniem konsumenckiej preferencji jakościowej, wynikają głównie z różnej zawartości śródmięśniowej tkanki łącznej.

Głównym składnikiem śródmięśniowej tkanki łącznej jest kolagen, który nie zawiera tryptofanu, a aminokwasy siarkowe występują w niewielkich ilościach. Unikalnym składnikiem aminokwasowym kolagenu jest hydroksyprolina, stanowi ona 13–14% masy kolagenu i nie występuje w innych białkach organizmu zwierząt. Na podstawie zawartości hydroksyproliny w hydrolizatach białkowych mięsa określa się zwykle zawartość kolagenu. Poziom kolagenu w mięśniach bydłęcych waha się od 1 do 15% suchej masy [3]. Innym białkiem śródmięśniowej tkanki łącznej o niskiej wartości biologicznej jest elastyna, jej zawartość w mięśniach bydłęcych wynosi od 0,6 do 3,7% suchej masy [7]. Niska wartość biologiczna wymienionych białek łącznotkankowych oraz obniżona ich strawność wpływają na mniejszą wartość odżywczą elementów kulinarnych wołowiny o wysokiej zawartości śródmięśniowej tkanki łącznej. Wartość odżywcza mięsa istotnie się obniża, gdy stosunek azotu tkanki łącznej do azotu ogólnego tkanki mięśniowej jest większy niż 1 [43].

Tłuszcz śródmięśniowy wołowiny złożony jest w przybliżeniu w 44% z kwasów tłuszczowych nasyconych (SFA), w 46% z kwasów tłuszczowych jednonienasyconych (MUFA) oraz w 10% z kwasów tłuszczowych wielonienasyconych (PUFA). Dominującymi w wołowinie SFA są kwasy 14:0, 16:0 i 18:0. Dominującym MUFA w wołowinie jest kwas oleinowy (18:1n-9). W wołowinie występują także izomery *cis* i *trans* kwasu 18:1. Kwasy linolowy (18:2) i linolenowy (18:3) są dominującymi w wołowinie PUFA. Stosunek PUFA:SFA w wołowinie jest stosunkowo niski i wynosi około 0,25.

Porównując skład kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego wołowiny w okresie ostatnich 50 lat [43, 82] można zauważyć, że zawartość SFA uległa zmniejszeniu, natomiast poziom PUFA zwiększył się prawie 2,5-krotnie. Zmiany w składzie kwasów tłuszczowych wołowiny można łączyć ze wzrostem mięsności bydła rzeźnego. W mięśniach bydła podwójnie umięśnionego, o niskiej zawartości tłuszczu śródmięśniowego (<1%), stosunek PUFA:SFA jest wysoki i waha się w zakresie 0,5–0,7 [67]. Wzrost zawartości PUFA w tłuszczu śródmięśniowym bydła wynika prawdopodobnie ze zmniejszenia się zawartości lipidu obojętnego i względnego wzrostu zawartości tłuszczu strukturalnego (fosfolipidowego) w ogólnym tłuszczu mięsa. Nie można wykluczyć, że obserwowane różnice w składzie kwasów tłuszczowych wołowiny wynikają z postępu w metodyce analitycznej, wyższej wykrywalności i ilościowej ocenie szczególnie długołańcuchowych PUFA.

Stosunek kwasów n-6:n-3 w PUFA wołowiny jest <3 [72]. Głównymi PUFA n-3 w wołowinie są kwasy α -linolenowy (18:3n-3) i długołańcuchowe eikozapentaenowy (20:5n-3) oraz dokozapentaenowy (22:5n-3) [82]. W wołowinie głównym izomerem sprzężonego kwasu linolowego (CLA) jest *cis*-9, *trans*-11, reprezentujący 72–90% ogólnego poziomu CLA.

FAO i WHO zalecają, aby stosunek PUFA : SFA w diecie człowieka wynosił 0,45, a stosunek kwasów n-6:n-3 był zbliżony do 5,0. Z danych porównawczych wynika, że zawartość SFA w tłuszczu wołowym jest za wysoka, a stosunek PUFAn-6:PUFAn-3 jest bardziej korzystny niż w zapotrzebowaniu dietetycznym człowieka.

Strategia w chowie i żywieniu bydła rzeźnego powinna być ukierunkowana na zmniejszenie w tłuszczu wołowym SFA i/lub zwiększenie kwasów PUFA, szczególnie serii n-3. Również korzystne będzie zwiększenie zawartości CLA, głównie izomeru *cis*-9, *trans*-11. Możliwości genetyczne regulacji składu kwasów tłuszczowych tłuszczu wołowego są niewielkie. Natomiast można uzyskać istotne zmiany w składzie kwasów tłuszczowych wołowiny stosując w żywieniu bydła: 1) dodatek pasz bogatych w nienasycone kwasy tłuszczowe, 2) pasze bogate w prekursory serii n-3 PUFA (18:3n-3), 3) ochronę nienasyconych kwasów tłuszczowych paszy przed uwodornieniem w żwaczu [73]. Zwiększenie udziału PUFA w składzie tłuszczu śródmięśniowego może jednak prowadzić do zmniejszenia trwałości wołowiny w czasie jej składowania poubojowego i dystrybucji (szybsza autooksydacja tłuszczu, zmniejszona trwałość barwy) oraz pogorszenia jej smakowitości [74].

Barwa

Barwa mięsa wołowego jest uważana za najważniejszą cechę jakościową, bowiem jeśli nie będzie ona akceptowana przez nabywcę, wszystkie pozostałe cechy jakościowe mięsa oceniane wzrokowo tracą znaczenie [21]. Niekorzystne zmiany barwy mię-

sa w procesie dystrybucji przynoszą w skali globalnej duże straty finansowe, sięgające w USA ponad 100 milionów dolarów rocznie [81].

Świeża wołowina powinna mieć barwę jasnoczerwoną. Barwa mięsa zależy od stężenia i formy chemicznej podstawowego barwnika hemowego, którym jest mioglobina. Inne hemoproteidy, takie jak hemoglobina, czy cytochrom „c” odgrywają też pewną, acz niewielką, rolę w kształtowaniu barwy wołowiny [32]. Na poziom mioglobiny w mięśniach szkieletowych bydła mają wpływ rasa i wiek zwierząt oraz ich aktywność fizyczna w okresie przyżyciowym. Mięśnie krów rzeźnych zawierają więcej mioglobiny niż mięśnie jałówek, buhajków czy walców. Mięśnie walców zawierają więcej barwnika niż mięśnie cieląt. Mięśnie bydła chowanego na pastwisku mają więcej mioglobiny niż bydła chowanego alkierzowo, czy żywionego mieszankami paszowymi. Stale aktywny mięsień w okresie przyżyciowym (np. przepona) ma więcej mioglobiny niż mięsień mniej aktywny (np. najdłuższy grzbietu). Zawartość mioglobiny w mięśniach złożonych z czerwonych włókien mięśniowych jest większa niż w mięśniach złożonych z białych włókien mięśniowych. Poziom mioglobiny w mięśniach bydła wynosi: cielęta – 1–3 mg/g; młode bydło rzeźne – 6–10 mg/g, krowy rzeźne – 16–20 mg/g tkanki [8].

Mioglobina w świeżym mięsie występuje w trzech formach redoks, jako: dezoksymioglobina (DMb), oksymioglobina (OMb) i metmioglobina (MMb). Forma barwnika zależy od obecności ligandu połączonego z atomem żelaza hemu i wartościowości żelaza. Forma DMb jest barwnikiem purpurowo-czerwonym, występuje wówczas, gdy żelazo hemu nie zawiera ligandu przy szóstym wiązaniu koordynacyjnym i jest w postaci żelazawej (Fe^{2+}). W świeżym mięsie tylko bardzo niskie ciśnienie parcjalne tlenu ($<1,4$ mm Hg) pozwala zachować barwnik w postaci DMb [2]. W obecności tlenu DMb ulega spontanicznemu utlenowaniu do OMb. Tlen cząsteczkowy w OMb wiąże się z szóstym wiązaniem koordynacyjnym żelaza hemu, żelazo hemu jest w postaci żelazawej, dystalna histydyna-64 części globinowej barwnika wiąże się z podłączonym do hemu tlenem, co zmienia układ przestrzenny barwnika i jego stabilność, barwnik ma odcień jasno-różowo-czerwony. Gdy obie żelazawe pochodne mioglobiny zostaną utlenione do formy żelazowej (Fe^{3+}) barwnik ulega przemianie w formę MMb o brunatnej barwie. MMb jest najbardziej niepożądaną formą barwnika hemowego w mięśniach szkieletowych zwierząt.

W świeżym mięsie wzajemny stosunek wymienionych trzech form mioglobiny (DMb, OMb, MMb) i barwa mięsa zależą od ciśnienia parcjalnego tlenu i aktywności redukującej mięsa. Niezależnie od ciśnienia tlenu zachodzi stałe przekształcanie mioglobiny w formę MMb, a aktywność redukująca mięsa pozwala zredukować barwnik do formy OMb (w obecności tlenu) lub DMb (przy braku tlenu).

Ciśnienie parcjalne tlenu, szybkość jego wykorzystania w procesie oddychania wewnątrzkomórkowego oraz zdolność mięsa do redukcji MMb odgrywają podstawową rolę w kształtowaniu barwy mięsa i jej trwałości w czasie składowania i dystrybucji.

Zawartość tlenu w mięśniach w okresie poubojowym zależy od aktywności enzymów cyklu oddechowego i szybkości wykorzystania tlenu. Tlen jest bezpośrednio dostępny na powierzchni mięsa, dlatego też powierzchnia mięsa świeżego, gdy obecne są substancje redukujące i zachowana zdolność do redukcji MMb, ma jasnoczerwoną barwę wywodzącą się od OMb. W okresie poubojowym enzymy łańcucha oddechowego są przez długi czas aktywne i wykorzystują tlen. Szybkie opróżnianie tlenu zachodzi w warstwach głębokich mięsa, a ich typowa barwa ma odcień purpurowo-czerwony wywodzący się od DMb. Tlen może jednak dyfundować na pewną głębokość z warstw powierzchniowych. Ustala się równowaga między szybkością dyfuzji tlenu, jego wykorzystaniem i przemianą barwników hemowych mięsa [12].

Różne mięśnie tej samej tuszy i te same anatomicznie mięśnie różnych gatunków zwierząt charakteryzują się zmienną aktywnością enzymów oddechowych i różną zdolnością dyfuzji tlenu. Dlatego też barwa powierzchni mięsa i regionów podpowierzchniowych zmienia się podczas jego składowania z różną intensywnością. Wartość współczynnika dyfuzji tlenu w mięsie zmniejsza się w mniejszym stopniu z obniżaniem temperatury niż aktywność oddechowa [12]. Dlatego też barwa mięsa na jego przekroju pozostaje przez dłuższy czas jaśniejsza podczas przechowywania mięsa w niższych zakresach temperatury.

Utlenianie DMb i OMb do MMb zachodzi w warunkach niskiego ciśnienia parcjalnego tlenu i jest wzmagane przez wszystkie czynniki, które powodują denaturację globiny oraz w warunkach nie funkcjonowania mechanizmu redukującego MMb. Tworzenie się MMb jest maksymalne, gdy ciśnienie parcjalne tlenu wynosi około 4 mm Hg [2]. Czynnikiem denaturującym część globinową mioglobiny są niskie pH, podwyższone stężenie soli, promieniowanie ultrafioletowe.

MMb jest redukowana przez układ redukujący mięśnia obejmujący: enzym (reduktaza MMb zależna od NADH i cytochromu b_5), związek pośredni (cytochrom b_5) oraz koenzym (NADH). Procesy redukcji MMb mogą zachodzić zarówno w warunkach tlenowych, jak i beztlenowych. Mechanizmy redukcji MMb w warunkach tlenowych i beztlenowych są różne. Funkcją reduktazy zależnej od NADH i cytochromu b_5 jest przeniesienie dwóch elektronów z NADH na dwie cząsteczki cytochromu b_5 [77]. Zredukowany cytochrom b_5 przenosi elektrony na różnego typu akceptory, którym w mięsie jest również MMb, ulegając redukcji do żelazawej mioglobiny. W mięśniach reduktaza MMb umiejscowiona jest w błonach plazmatycznych mitochondrium, retikulum sarkoplazmatycznego, jąder komórkowych, aparatu Golgiego [5].

Ledward [44] sądzi, że aktywność reduktazy MMb jest najważniejszym czynnikiem odpowiedzialnym za stabilizację barwy mięsa w okresie poubojowym. Mięśnie

tej samej tuszy bydlęcej różnią się pod względem aktywności reduktazy MMb [22, 54]. Również istotne różnice aktywności reduktazy MMb obserwuje się między tymi samymi mięśniami różnych gatunków zwierząt [5, 68]. Wyższa aktywność fizyczna zwierzęcia w okresie przyżyciowym zwiększa aktywność reduktazy MMb w mięśniach w okresie poubojowym [5].

Aktywność reduktazy MMb w mięśniach bydła jest najwyższa w zakresie temperatury 30 - 37°C [6, 20]. Procesy utleniania lipidów zmniejszają aktywność reduktazy MMb, natomiast wyższy poziom przeciwutleniaczy zwiększa jej aktywność w mięśniach [60]. Mięso przetrzymywane w świetle ma mniejszą zdolność redukcji MMb niż przetrzymywane w ciemności [83].

Jest ogólnie przyjęte, że aktywność układu redukującego MMb obniża się w czasie składowania poubojowego mięsa, większy spadek aktywności redukującej obserwuje się podczas składowania mięsa w wyższej temperaturze [5, 50, 83]. W kilku badaniach obserwowano jednak wzrost aktywności układu redukcyjnego MMb podczas chłodniczego przechowywania mięsa [6, 23]. Według Echevarne'a i wsp. [20] ubytek NADH podczas składowania mięsa jest głównym czynnikiem ograniczającym szybkość redukcji MMb w mięsie. Sugeruje się, że zwiększona aktywność układu redukującego MMb podczas dojrzewania chłodniczego mięsa może być wynikiem przemieszczania się reduktazy pochodzenia strukturalnego do sarkoplazmy [5]. Niektórzy autorzy [4] sądzą, że wzrost wolnych jonów Ca^{2+} i zwiększone uwalnianie cytochromu c do sarkoplazmy podczas składowania mięsa może być przyczyną wzrastającej aktywności reduktazy MMb w mięsie podczas jego dojrzewania. Również zastosowana metoda pomiaru aktywności reduktazy MMb może mieć istotny wpływ na uzyskane wyniki [5].

Według kilku badaczy rola aktywności redukującej mięsa w stabilizowaniu jego barwy jest ograniczona [20, 61, 69]. Według Rennerre i Labasa [69] zmniejszająca się zdolność redukcji MMb podczas składowania mięsa jest rezultatem zmniejszenia stężenia substratów i koenzymów, straty strukturalnej integralności i właściwości funkcjonalnych mitochondrium oraz obniżenia pH we wczesnym okresie poubojowym.

Mięśnie bydlęce różnią się stabilnością barwy podczas poubojowego składowania chłodniczego [54]. Z mięśni tuszy wołowej najbardziej stabilny pod względem barwy jest *m. longissimus dorsi*, mniej stabilny *m. semimembranosus*, mało stabilny *m. gluteus medius*, najmniej stabilny *m. psoas major*.

Oświetlenie stosowane do wzrokowej oceny barwy mięsa ma istotny wpływ na akceptację konsumencką mięsa. Celem zminimalizowania stopnia fotooksydacji zaleca się, aby oświetlenie jarzeniowe podczas ekspozycji mięsa wynosiło 1614 luksów. Należy unikać lamp oświetleniowych dających odcień różowy, niebieski lub zielony [51].

Obecnie istnieje wiele możliwości oceny instrumentalnej i analizy barwy mięsa. Dostępnych jest kilka typów kolorymetrów i spektrofotometrów. Aparaty oferują różne

opcje, które umożliwiają oceniającemu wybór: 1) systemu oceny (Hunter, CIE, XYZ), 2) rodzaju oświetlenia, 3) kąta pomiaru, 4) wielkości apertury. Zastosowano również komputerową analizę obrazu uzyskanego przy użyciu kamery cyfrowej do pomiaru barwy mięsa [48, 62]. W porównaniu z pomiarem barwy przy użyciu kolorymetru, komputerowa analiza obrazu zapisanego w formacie jpg pozwala ocenić: a) barwę mięsa na podstawie pojedynczego obrazu całej powierzchni mięsa, b) formy redoks mioglobiny na powierzchni mięsa, c) przetworzyć obraz na różne systemy pomiaru [62].

Kruchość

Kruchość mięsa jest najważniejszą cechą jakościową w doustnej ocenie konsumentów. Wrażenie kruchości w czasie spożywania mięsa odbierane jest jako:

- łatwość, z jaką mięso może być rozdrabniane w początkowym okresie nagryzania,
- łatwość, z jaką mięso może być rozdrabniane na cząstki w czasie żucia,
- odczucie pozostałości reszty po żuciu, głównie jej wielkość i charakter.

Każde z wyżej wymienionych odczuć sensorycznych może być oceniane oddzielnie, odzwierciedlają one bowiem inne właściwości mięsa.

Istnieje wiele metod instrumentalnego pomiaru kruchości. Wyniki uzyskiwane za ich pomocą powinny korelować z doustną oceną kruchości, nie są one jednak jednoznaczne. Wśród metod fizycznych stosowane są takie, których podstawą jest pomiar siły koniecznej do przecięcia, penetracji, oderwania, zmielenia, ściśnięcia lub rozerwania kawałka mięsa. Najczęściej kruchość instrumentalnie ocenia się na podstawie wielkości siły wymaganej do przecięcia kawałka mięsa prostopadle do przebiegu włókien mięśniowych, określając tzw. wartość szerometryczną. Jednak korelacja między kruchością ocenianą sensorycznie i wartością szerometryczną nie jest wysoka [65].

Kruchość mięsa jest uzależniona od struktury dwóch podstawowych składników białkowych mięśnia, białek śródmięśniowej tkanki łącznej i białek miofibryli. Ich oddziaływanie na kruchość zależy od rodzaju mięśnia, jego składu i struktury oraz metody i temperatury ogrzewania.

Ilość, skład i rozmieszczenie śródmięśniowej tkanki łącznej są najbardziej widocznymi i wymiernymi fenotypowymi różnicami między mięśniami tuszy zwierzęcej. Choć śródmięśniowa tkanka łączna stanowi stosunkowo niewielki składnik masy mięśniowej, jej wpływ na kruchość mięsa jest niewspółmiernie duży [13, 14, 29, 46, 52]. Skład i struktura śródmięśniowej tkanki łącznej oraz ich wpływ na teksturę i kruchość mięsa zostały omówione w kilku opracowaniach przeglądowych [3, 9, 53, 65]. Nawet niewielkie zmiany w jej strukturze i właściwościach oddziałują istotnie na końcowe cechy jakościowe mięsa. Wraz z fizjologicznym wiekiem bydła kruchość mięsa zmniejsza się, chociaż ilość śródmięśniowej tkanki łącznej w mięśniach maleje [36]. Różnice w kruchości mięsa bydła do wieku 40 miesięcy są znaczne, natomiast

zmiany kruchości mięsa bydła starszego niż 40 miesięcy są niewielkie. Z wiekiem bydła wzrasta mechaniczna stabilność oraz odporność termiczna śródmięśniowej tkanki łącznej; są one bezpośrednio odpowiedzialne za zmniejszającą się z wiekiem zwierząt kruchość mięsa [3, 53]. W produkcji bydła rzeźnego powinno dążyć się do zminimalizowania zmienności ilości i właściwości kolagenu śródmięśniowego oraz tekstury (w tym kruchości) tego samego anatomicznie mięśnia bydła tej samej rasy, o podobnej dojrzałości somatycznej [63, 76]. Wówczas o różnicach kruchości mięsa wołowego będą decydowały: postępowanie z tuszą w okresie poubojowym oraz zastosowana metoda obróbki termicznej mięsa.

Podczas przechowywania mięsa po stężeniu pośmiertnym w temperaturze wyższej od punktu zamarzania zachodzą w nim procesy określane mianem dojrzewania [17, 34]. W czasie dojrzewania mięsa wzrasta jego kruchość oraz wykształcają się pożądane cechy smakowitości. W okresie poubojowego dojrzewania mięsa zachodzą istotne zmiany zarówno w strukturze i właściwościach śródmięśniowej tkanki łącznej, jak i w strukturze oraz właściwościach włókien mięśniowych, będące efektem endogennej proteolizy.

Objawem proteolizy tkanki łącznej w okresie poubojowym są zwiększająca się rozpuszczalność kolagenu, zmiany właściwości mechanicznych omięsnej wewnętrznej (*perimysium*) i składzie proteoglikanów [35, 45, 57, 58, 59, 65]. Przyczyną zmian strukturalnych tkanki łącznej jest prawdopodobnie aktywność enzymów katepsynowych uwalnianych w okresie poubojowym z lizosomów [18, 70]. Według Boutona i Harrisa [10], Lewisa i wsp. [45] oraz Pursłowa [65] zmiany właściwości śródmięśniowej tkanki łącznej, jakie zachodzą podczas poubojowego dojrzewania mięsa, oddziałują na właściwości mechaniczne mięsa nieogrzanego, lecz nie mają bezpośredniego wpływu na twardość i kruchość mięsa po jego ogrzaniu do temperatury 60°C i wyższej.

Zmiany podczas dojrzewania mięsa w strukturze miofibryli obejmują rozpad linii granicznych Z sarkomerów, rozpad proteolityczny białek cytoszkieletowych stabilizujących układ przestrzenny grubych i cienkich filamentów oraz rozkład niektórych białek regulacyjnych miofibryli [37, 38, 40, 41, 49, 71, 79]. Przyczyną zmian proteolitycznych białek cytoszkieletowych i regulacyjnych miofibryli jest aktywność endogennych proteaz sarkoplazmatycznych zwanych kalpainami [25, 39, 41, 47]. Układ kalpainowy jest złożony z kilku form izomerowych proteaz cysteinowych – kalpain (EC 3.4.22.17) zależnych od stężenia jonów wapnia oraz ich specyficznego inhibitora kalpastatyny [26, 79]. W mięśniach szkieletowych zwierząt zidentyfikowano dotychczas 9 form izomerowych kalpaina. Najlepiej scharakteryzowanymi kalpainami są: kalpaina 1 (μ -kalpaina) aktywowana w obecności 50–100 μM Ca^{2+} i kalpaina 2 (m-kalpaina) aktywowana w obecności 1–2 mM Ca^{2+} . W warunkach nie funkcjonowania pompy wapniowej, co ma miejsce kiedy mięsień wchodzi w stan *rigor*, poziom Ca^{2+} w sarkopla-

zmie osiąga stężenie, które jest wystarczające do aktywacji obu kalpain. Wymienione kalpainsy 1 i 2 mają optimum aktywności w pH 7,0, wykazują jednak niewielką aktywność w pH < 6,0, które jest typowe dla końcowego pH mięsa wołowego po stężeniu pośmiertnym [33]. Obie wymienione kalpainsy są rozkładane w mięśniach w okresie poubojowym, a trwałość kalpainsy 2 jest większa niż kalpainsy 1 [64]. Przypuszcza się, że poubojowy rozkład proteolityczny białek cytoszkieletowych włókien mięśniowych związany jest głównie z aktywnością kalpainsy 1.

Kalpastatyna jest endogennym inhibitorem kalpain w włóknie mięśniowym [39]. Kalpstatyna, hamując aktywność kalpain, jest w znacznym stopniu odpowiedzialna za proces kruszenia mięsa podczas jego dojrzewania [47, 80]. Aktywność kalpstatyny jest inna w różnych mięśniach tej samej tuszy zwierzęcej i w znacznym stopniu odpowiada za różnice w szybkości degradacji białek cytoszkieletowych mięśnia w okresie poubojowym [55]. Aktywność kalpstatyny w 24 h po uboju pozwala ocenić jaka będzie szybkość procesu kruszenia mięśni w okresie dojrzewania chłodniczego i końcowa kruchość mięsa [64]. W kilku badaniach wykazano polimorfizm genowy kalpstatyny u zwierząt rzeźnych [15, 16, 64]. Różnice w układzie genowym odpowiedzialnym za aktywność kalpainsy 1 i kalpstatyny pozwalają przewidzieć jaka będzie szybkość procesu kruszenia mięsa podczas dojrzewania poubojowego. Znane są markery w genotypach kalpainsy 1 i kalpstatyny, które pozwalają zidentyfikować bydło mięsne, którego mięso będzie charakteryzować się wysoką kruchością [15]. Rasy bydła wywodzące się z *bos indicus*, których mięso charakteryzuje się mniejszą kruchością, wykazują wysoką aktywność kalpstatyny w mięśniach szkieletowych [80]. Selekcja bydła prowadzona w kierunku wysokiej aktywności kalpainsy 1 i/lub niskiej aktywności kalpstatyny w mięśniach szkieletowych może być jedną z metod hodowlanych produkcji bydła rzeźnego charakteryzującego się szybkim procesem dojrzewania poubojowego i wysoką kruchością mięsa.

Zależnie od temperatury, w jakiej są przetrzymywane tusze po uboju, szybkość poubojowego dojrzewania mięsa wołowego jest różna. Dojrzewanie (kruszenie) mięsa jest szybsze w wyższej temperaturze [78]. Również szybkość dojrzewania różnych mięśni tej samej tuszy jest inna. Czas dojrzewania mięśni o przewadze białych włókien mięśniowych jest krótszy niż mięśni o większej proporcji czerwonych włókien mięśniowych [1, 18, 66]. Mięsień *m. semitendinosus* osiąga optymalną kruchość w 12. dniu przechowywania tuszy wołowej w temp. 4°C [78], podczas gdy mięśnie *m. psoas major*, *m. infraspinatus* i *m. serratus ventralis* osiągają optymalną kruchość już w 6. dniu dojrzewania w tej temperaturze [37, 82].

Wielkość skurczu izotonicznego mięśni bydła, jaka ma miejsce w okresie rozwoju *rigor*, ma bardzo duży wpływ na końcową kruchość mięsa po okresie dojrzewania chłodniczego [34]. Mięśnie, które uległy skróceniu w okresie *rigor*, zwiększają swoją kruchość podczas dojrzewania chłodniczego. Po dojrzewaniu chłodniczym pozostają

znaczne różnice w kruchości mięsa uzależnione od rozmiaru skrócenia w okresie *rigor*. Minimalne skrócenie mięśni ma miejsce wówczas, kiedy mięśnie wchodzi w stan *rigor* w zakresie temp. 15–20°C.

Szybkość spadku pH w mięśniach zwierząt w okresie poubojowym jest zależna od ilości adrenaliny uwalnianej w okresie przedubojowym. Podwyższony poziom adrenaliny u świń w okresie uboju zwiększa aktywność kalpastatyny i hamuje aktywność kalpajny 1 oraz proces poubojowego kruszenia mięsa wieprzowego o cechach jakościowych charakterystycznych dla mięsa PSE [64, 75]. Przyczyny wymienionych zależności nie są znane. Wpływ przedubojowego stresu u bydła na aktywność enzymów odpowiedzialnych za proces poubojowego kruszenia mięsa wołowego nie został określony. Długotrwały stres i silne zmęczenie w okresie transportu oraz głódówka przedubojowa mogą być przyczyną ograniczonej poubojowej glikolizy w mięśniach bydła i wystąpienia cech jakościowych charakterystycznych dla mięsa DFD, które charakteryzuje się szybkim procesem poubojowego kruszenia i korzystną kruchością. Przyczyną może być wysokie pH, które sprzyja wyższej aktywności enzymów proteolitycznych (w tym kalpain) w mięśniach szkieletowych bydła [39].

Smakowitość

Smakowitość jest cechą sensoryczną mięsa, na którą składają się odczucia smakowe i zapachowe oraz inne wrażenia czuciowe (m.in. konsystencji, temperatury, kwasowości). Pozytywny lub negatywny stosunek do rozprawianego w jamie ustnej pokarmu jest wynikiem głównie odczucia zapachu, a w mniejszym stopniu odczucia smaku. Jeśli wpływ zapachu zostanie wyeliminowany wówczas o wiele trudniej rozróżnić smak różnego typu produktów mięsnych. Reakcja na zapach jest ponad 10 000 razy silniejsza niż na smak. Głównymi odczuciami w ocenie smaku pokarmu są: gorzkość, słodkość, kwaśność i słoność. W odczuciu smaku można także wyróżnić wrażenie metaliczne lub alkaliczne. Japończycy wyróżniają jeszcze tzw. smak umami, odpowiadający smakowi glutaminianu jednosodowego.

Surowa tkanka mięśniowa jest głównie źródłem prekursorów smakowitości i tylko w niewielkim stopniu związków smakowo i zapachowo czynnych. Surowe mięso ma delikatny surowiczy smak podobny do smaku krwi, lekko słodki, lekko kwaśny, lekko słony i gorzki; zależny od stanu biochemicznego i pochodzenia gatunkowego mięsa. Podobnie zapach surowego mięsa jest słaby, podobny do zapachu przemysłowego kwasu mlekowego. Mięso starszych zwierząt ma zapach bardziej intensywny niż mięso zwierząt młodych. Istotny wpływ na smakowitość mięsa surowego wywiera tłuszcz śródmięśniowy. Niezależnie od bezpośredniego oddziaływania produktów utleniania tłuszczu na smakowitość mięsa, tkanka tłuszczowa może zawierać wiele silnych zapachowo i smakowo związków pochodzących z pasz stosowanych w żywieniu, in-

sektycydów, lub wchłanianych przez mięso podczas przechowywania (perfumowane detergenty, zapachy chłodniczy, pleśniowy, gnilny itp.).

Tłuszcz śródmięśniowy odgrywa pozytywną rolę w smakowości mięsa. Istnieje jednak optymalny poziom tłuszczu śródmięśniowego, inny dla różnych mięśni tej samej tuszy i gatunku zwierzęcia, poniżej i powyżej którego tłuszcz nie wpływa korzystnie na smakowość mięsa. Większą rolę w powstawaniu lotnych związków zapachowych podczas ogrzewania mięsa odgrywają fosfolipidy niż lipidy obojętne [31]. Przykładowo, mięso dziczyzny ma o wiele silniejszy aromat niż mięso zwierząt gospodarskich, przyczyną tkwią w dużym udziale fosfolipidów w tłuszczu ogólnym mięsa oraz w składzie spożywanych pasz. Różnice w smakowości mięsa różnych gatunków zwierząt są uzależnione również od składu proteoglikanów i glikoproteidów tkanki łącznej mięsa oraz składu kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego [11].

Mięśnie różnią się smakowością. Najbardziej kruchy mięsień bydła (*m. psoas*) charakteryzuje się słabą smakowością. Smakowość przepony jest szczególnie intensywna. Mięsień *m. longissimus dorsi* ma silniejszy smak niż *m. semitendinosus*. Ogólnie mięśnie o większej aktywności w okresie przyżyciowym wykazują silniejszy aromat niż mięśnie mniej aktywne [2]. Z wiekiem zwierzęcia wzrasta natężenie smakowości mięsa. Cielęcina charakteryzuje się słabym natężeniem smaku i zapachu. Natężenie smaku wołowiny wzrasta do wieku 18 miesięcy i utrzymuje się na podobnym poziomie w mięsie bydła starszego. Mięso o wyższym pH wydaje się być mniej słone i mniej smaczne niż mięso o niskim pH. Przyczyną nie są różnice zawartości soli, a prawdopodobnie różnice dotyczące ilości wody niezwiązanej.

Podczas poubojowego dojrzewania mięsa jego smakowość wzrasta, a profil smakowo-zapachowy ulega wzbogaceniu. Podczas dojrzewania mięsa, w wyniku rozkładu nukleotydów adeninowych (AMP, ADP, AMP), akumulują się nukleotydy inozynowe (IMP, IDP, ITP) oraz inozyna i hypoksantyna. Nukleotydy inozynowe, ryboza oraz produkty ich rozpadu mają specyficzny profil smakowy. Wiążąc się z innymi substancjami tworzą złożone kompleksy smakowo-zapachowe. Wśród kilku izomerów nukleotydów inozynowych najsilniejsze oddziaływanie smakowo-zapachowe wykazują izomery 5'-IMP. Najlepsze cechy sensoryczne osiąga mięso, gdy poziom hypoksantyny jest $>1,5 \mu\text{M/g}$ [43]. Poziom ten jest osiągany w mięśniach podczas składowania tusz wołowych w temp. 2–4°C w 10.–13. dniu po uboju. Podczas dojrzewania mięsa wzrasta również udział węglowodorów o wysokiej masie cząsteczkowej, związków benzenowych i pirazyn oraz ilość wolnych kwasów tłuszczowych, szczególnie kwasu oleinowego [31]. Z punktu widzenia smakowości mięsa pożądane jest, aby poziom substratów energetycznych w mięśniach (ATP, fosfokreatyny, glikogenu) w chwili uboju zwierzęcia był wysoki.

Wyniki dotyczące wpływu żywienia na smakowość wołowiny są niejednoznaczne. Ogólnie przyjmuje się, że smakowość mięsa bydła żywionego mieszankami

paszowymi jest podobna do smakowitości mięsa bydła chowanego na pastwisku [43]. Według Scollana i wsp. [74] smakowitość mięsa bydła z żywienia pastwiskowego jest jednak wyżej oceniana niż bydła z chowu alkierzowego. Zmiany w składzie kwasów tłuszczowych wołowiny wywołane żywieniem mogą również oddziaływać na jej smakowitość [42].

Od bardzo dawna wiadomo, że pożądany sensorycznie zapach i smak mięsa rozwija się podczas ogrzewania. Mięso może być gotowane, duszone, pieczone, grillowane, smażone itd., dając produkty o różnym smaku i zapachu. Prawdopodobnie ten sam zestaw prekursorów obecnych w mięsie jest odpowiedzialny za rozwój charakterystycznych cech smakowitości po różnych metodach obróbki cieplnej. Smakowitość mięsa gotowanego związana jest głównie z przemianami białek oraz związków azotowych niebiałkowych. Zidentyfikowano 16 związków nadających charakterystyczny zapach gotowanej wołowinie [28]. Smakowitość mięsa pieczonego związana jest głównie z przemianami cieplnymi składników tłuszczowych mięsa.

Białka sarkoplazmy i miofibryli nie biorą bezpośredniego udziału w nadawaniu cech smakowitości. Prekursorami smakowymi i zapachowymi mięsa są związki rozpuszczalne w wodzie i tłuszczu. Należą do nich peptydy, aminokwasy, cukry redukujące i kwasy tłuszczowe. Podczas ogrzewania zachodzi piroliza peptydów i aminokwasów, degradacja cukrów, utlenianie i dekarboksylacja lipidów, degradacja rybonukleotydów oraz interakcje pomiędzy aminokwasami, składnikami węglowodanowymi, kwasami tłuszczowymi, siarkowodorem i amoniakiem. Lotne związki z aminokwasów powstają podczas procesów degradacji Streckera, w których zachodzą procesy dezaminacji i dekarboksylacji, akumulują się aldehydy zawierające o jeden atom węgla mniej niż wyjściowe aminokwasy. W reakcjach Maillarda grupy aminowe aminokwasów reagują z grupami karbonyłowymi dając szereg produktów pochodnych. Z węglowodanów mięsa mogą powstawać lotne związki zapachowe, takie jak furfural, hydroksymetylofurfural. Lotne związki karbonylowe uwalniają się podczas ogrzewania tłuszczu. Na podstawie chromatogramów lotnych związków karbonylowych można określić czy pochodzą one z ogrzewanej wieprzowiny czy wołowiny. Istnieją różnice w chromatogramach lotnych związków karbonylowych pozwalające zidentyfikować ogrzewane mięso dwóch ras bydła [24]. Związkiem nadającym charakterystyczną smakowitość ogrzewanemu mięsu bydła rasy fryzyjskiej jest 2,2,4,6,6-pentametyloheptan [27]. Występują istotne różnice w składzie lotnych związków zapachowych uwalnianych podczas ogrzewania różnych mięśni tej samej tuszy wołowej [82]. W składzie lotnych związków zapachowych wołowiny zidentyfikowano około 750 składników [28]. Nie wszystkie są odpowiedzialne za aromat mięsa ogrzewanego. Ustalono tzw. jednostki aromatyczne, które określają w jakim stężeniu dany związek wpływa na aromat mięsa. Już niedługo można będzie zestawiać skład związków chemicznych pozwalający nadać pożądaną smakowitość produktom mięsno-podobnym lub mięsno-zamiennikowym,

zgodnie z gatunkowym rodzajem mięsa, dojrzałością somatyczną zwierzęcia, pochodzeniem anatomicznym i stopniem dojrzewania poubojowego mięsa oraz metodą jego przygotowania (ogrzewania) kulinarnego.

Podsumowanie

O wartości odżywczej wołowiny decydują zawartość i skład białka oraz tłuszczu śródmięśniowego. Wartość biologiczną i odżywczą białka mięsa determinuje również poziom i skład śródmięśniowej tkanki łącznej. Tłuszcz śródmięśniowy wołowiny złożony jest w przybliżeniu w 44% z kwasów tłuszczowych nasyconych (SFA), w 46% z kwasów tłuszczowych jednonienasyconych (MUFA) oraz w 10% z kwasów tłuszczowych wielonienasyconych (PUFA). Strategia w chowie i żywieniu bydła rzeźnego powinna być ukierunkowana na zmniejszenie w tłuszczu wołowym SFA i/lub zwiększenie kwasów PUFA, szczególnie serii n-3. Również korzystne będzie zwiększenie zawartości sprzężonego kwasu linolowego (CLA).

Świeża wołowina powinna mieć barwę jasnoczerwoną. Barwa mięsa zależy od stężenia i formy chemicznej podstawowego barwnika mięśniowego, którym jest mioglobina. Mioglobina w świeżym mięsie występuje w trzech formach redoks jako: deoksymioglobina, oksymioglobina i metmioglobina. Wzajemny stosunek wymienionych form mioglobiny i barwa mięsa zależą od ciśnienia parcjalnego tlenu i aktywności redukującej mięsa. Dostępność tlenu, szybkość jego wykorzystania oraz zdolność do redukcji metmioglobiny odgrywają podstawową rolę w kształtowaniu barwy mięsa i jej trwałości w czasie składowania i dystrybucji.

Kruchość mięsa jest uzależniona od zawartości, składu i struktury śródmięśniowej tkanki łącznej oraz stopnia poubojowej degradacji białek miofibryli i cytoszkieletowych włókien mięśniowych. W produkcji bydła rzeźnego powinno dążyć się do minimalizowania zmienności ilości i właściwości kolagenu śródmięśniowego oraz tekstury (w tym kruchości) tego samego anatomicznie mięśnia, bydła tej samej rasy o podobnej dojrzałości somatycznej. W okresie poubojowego dojrzewania kruchość mięsa wzrasta. Wzrost kruchości jest efektem endogennej proteolizy białek mięśniowych. Przyczyną zmian proteolitycznych białek jest aktywność endogennych proteaz sarkoplazmatycznych zwanych kalpainami. Układ kalpainowy jest złożony z kilku form izomerowych kalpain zależnych od stężenia jonów wapnia oraz ich specyficznego inhibitora kalpastatyny. Aktywność wymienionych enzymów jest warunkowana genetycznie oraz zależy od czynników środowiskowych związanych z traktowaniem zwierząt przed ubojem oraz tusz w okresie poubojowym. Znane są markery w genotypach kalpain i kalpastatyny pozwalające zidentyfikować bydło mięsne, którego mięso będzie charakteryzować się wysoką kruchością.

Smakowitość jest cechą sensoryczną mięsa, na którą składają się odczucia smakowe i zapachowe. Przy ocenie sensorycznej smakowitości należy uwzględnić per-

cepcję smakowo-zapachową panelu oceniającego. Surowa tkanka mięśniowa jest źródłem prekursorów smakowości i tylko w niewielkim stopniu związków smakowo i zapachowo czynnych. Ten sam zestaw prekursorów obecnych w mięsie jest odpowiedzialny za rozwój charakterystycznych cech smakowości po różnych metodach obróbki cieplnej. Smakowość mięsa gotowanego wiązana jest głównie z przemianami białek oraz związków azotowych niebiałkowych. Smakowość mięsa pieczonego i smażonego wiązana jest z przemianami cieplnymi głównie składników tłuszczowych mięsa. W składzie lotnych związków zapachowych ogrzewanej wołowiny zidentyfikowano około 750 składników. Nie wszystkie są odpowiedzialne za aromat mięsa ogrzewanego. Ustalono tzw. jednostki aromatyczne, które informują, w jakim stężeniu dany związek kształtuje aromat mięsa. Występują istotne różnice w składzie lotnych związków zapachowych ogrzewanego mięsa różnych ras bydła, a także różnych mięśni tej samej tuszy wołowej.

Artykuł został opublikowany w Pracach Komisji Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych PAU, 2007, 8, 85-102. Na przedruk w naszym kwartalniku zgodę wyraziła Polska Akademia Umiejętności.

Literatura

- [1] Abbot M.T., Pearson A.M., Price J.F., Hooper G.R.: Ultrastructural changes during autolysis of red and white porcine muscle. *J. Food Sci.*, 1977, **42**, 1185-1188.
- [2] Aberle E.D., Forrest J.C., Gerrard D.E., Mills E.W., Hedrick H.B., Judge M.D., Merkel R.A.: Principles of Meat Science. Kendall/Hunt Publishing Company, 2001.
- [3] Bailey A.J., Light N.D.: Connective tissue in meat and meat products. Elsevier Applied Science, London 1989.
- [4] Baker M.A., Lawen A.: Plasma membrane NADH-oxidoreductase system. A critical review of the structural and functional data. *Antioxidants & Redox Signaling*, 2000, **2**, 197-212.
- [5] Bekhit A.E.D., Faustman C.: Metmyoglobin reducing activity. *Meat Sci.*, 2005, **71**, 407-439.
- [6] Bekhit A.E.D., Geesink G.H., Morton J.D., Bickerstaffe R.: Metmyoglobin reducing activity and color stability of ovine *Longissimus* muscle. *Meat Sci.*, 2001, **57**, 427-435.
- [7] Bendall J.R.: The elastin content of various muscles of beef animals. *J. Sci. Food Agr.*, 1967, **18**, 553-558.
- [8] Bodwell C.E., McClain P.E.: Chemistry of Animal Tissues. Proteins. In: Price J.F., Schweigert B.S. (Eds.): *The Science of Meat and Meat Products*. W.H. Freeman and Company, USA, 1971, pp. 78-132.
- [9] Borg T.K., Caulfield J.B.: Morphology of connective tissue in skeletal muscle. *Tissue Cell.*, 1980, **12**, 197-207.
- [10] Bouton P.E., Harris P.V.: The effect of some post-slaughter treatments on the mechanical properties of bovine and ovine muscle. *J. Food Sci.*, 1972, **37**, 539-543.
- [11] Bratzler L.J.: Palatability factors and evaluation. In: Price J.F., Schweigert B.S. (Eds.): *The Science of Meat and Meat Products*. W.H. Freeman and Company, USA, 1971, pp. 328-347.

- [12] Brooks J.: The oxidation of haemoglobin to methaemoglobin by oxygen. II. The relation between the rate of oxidation and the partial pressure of oxygen. Proc. Royal Society, London, Series.B, 1935, **118**, 560-577.
- [13] Brooks J.C., Savell J.: Perimysium thickness as an indicator of beef tenderness. Meat Sci., 2004, **67**, 329-334.
- [14] Carpenter Z.L., Kauffman R.G., Bray R.W., Briskey E.J., Weckel K.G.: Factors influencing quality in pork. A. Histological observations. J. Food Sci., 1963, **28**, 467-471.
- [15] Casas E., White S.N., Wheeler T.L., Shackelford S.D., Koohmaraie M., Riley D.G., Chase C.C., Johnson D.D., Smith T.P.L.: Effects of calpastatin and μ -calpain markers in beef cattle on tenderness traits. J. Animal Sci., 2006, **84**, 520-525.
- [16] Ciobanu D.C., Bastiaansen J., Malek M., Helm J., Wollard J., Plastow G.S.: Evidence for new alleles in calpastatin gene are associated with meat quality traits in pigs. J. Animal Sci., 2004, **82**, 2829-2839.
- [17] Dransfield E.: Optimisation of tenderization, ageing and tenderness. Meat Sci., 1994, **36**, 105-121.
- [18] Dutson T.R., Lawrie R.A.: Release of lysosomal enzymes during post-mortem conditioning and their relationship to tenderness. J. Food Technol., 1974, **9**, 43-50.
- [19] Dutson T.R., Pearson A.M., Merkel R.A.: Ultrastructural *post-mortem* changes in normal and low quality porcine muscle fibers. J. Food Sci., 1974, **39**, 32-37.
- [20] Echevarne C., Renner M., Labas R.: Metmyoglobin reductase activity in bovine muscles. Meat Sci., 1990, **27**, 161-172.
- [21] Faustman C., Cassens R.G.: The biochemical basis for meat discoloration in fresh meat: a review. J. Muscle Foods, 1990, **1**, 217-243.
- [22] Faustman C., Cassens R.G.: The effect of cattle breed and muscle type on discoloration and various biochemical parameters in fresh beef. J. Animal Sci., 1991, **69**, 184-193.
- [23] Feldhusen F., Warnatz A., Erdmann R., Wenzel S.: Influence of storage time on parameters of color stability of beef. Meat Sci., 1995, **40**, 235-243.
- [24] Gasser U., Grosch W.: Identification of volatile flavour compounds with high aroma values from cooked beef. Z.Lebensm.Unters.Forsch., 1988, **186**, 489-494.
- [25] Geesink G.H., Koohmaraie M.: Postmortem proteolysis and calpain/calpastatin activity in callipyge and normal lamb biceps femoris during extended postmortem storage. J. Animal Sci., 1999, **77**, 1490-1501.
- [26] Goll D.E., Thompson V.F., Li H.Q., Wei W., Cong J.Y.: The calpain system. Physiol. Rev., 2003, **83**, 731-801.
- [27] Gorraiz C., Beriain M.J., Chasco J., Insausti K.: Effect of ageing time on volatile compounds, odor and flavour of cooked beef from Pireneica and Friesian bulls and heifers. J. Food Sci., 2002, **67**, 916-922.
- [28] Grosch W.: Evaluation of the key odorant of foods by dilution experiments, aroma models and omission. Chem. Senses., 2001, **26**, 533-545.
- [29] Hammond J.: Growth and the development of mutton qualiteis in the sheep. Biological monographs and manuals. London, Oliver and Boyd, 1932, vol. X.
- [30] Hood D.E.: Factors affecting the rate of metmyoglobin accumulation in pre-packed beef. Meat Sci., 1980, **4**, 247-265.
- [31] Hornstein I.: Chemistry of Meat Flavor. In: Price J.F., Schweigert B.S. (Eds.): The Science of Meat and Meat Products. W.H. Freeman and Company, USA, 1971, pp. 348-366.
- [32] Hunt M.C., Hendrick B.: Chemical, physical and sensory characteristics of bovine muscle from four quality groups. J. Food Sci., 1977, **42**, 716-720.
- [33] Kendall T.L., Koohmaraie M., Arbona J.R., Williams S.E., Young L.L.: Effect of pH and ionic strength on bovine m-calpain and calpastatin activity. J. Animal Sci., 1993, **71**, 96-104.

- [34] Kołczak T.: Wpływ czynników poubojowych na kruchość wołowiny. *Gosp. Mięś.*, 2000, **5**, 28-31.
- [35] Kołczak T., Palka K., Pospiech E.: Changes in collagen solubility of raw and roasted bovine *psaos major* and *minor* and *semitendinosus* muscles during cold storage. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53**, 57-61.
- [36] Kołczak T., Palka K., Zarzycki A.: Wpływ kolagenu śródmięśniowego na kruchość i inne cechy sensoryczne mięśni bydła. *Acta Agr. et Silv., ser. zootech.*, 1992, **30**, 76-85.
- [37] Kołczak T., Pospiech E., Palka K., Łącki J.: Changes of myofibrillar and centrifugal drip proteins and shear force of *psaos major* and *minor* and *semitendinosus* muscles from calves, heifers and cows during post-mortem ageing. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 69-75.
- [38] Kołczak T., Pospiech E., Palka K., Łącki J.: Changes in structure of *psaos major* and *minor* and *semitendinosus* muscles of calves, heifers and cows during post-mortem ageing. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 77-83.
- [39] Koochmarai M.: Effect of pH, temperature, and inhibitors on autolysis and catalytic activity of bovine skeletal muscle μ -calpain. *J. Animal Sci.*, 1992, **70**, 3071-3080.
- [40] Koochmarai M., Schollmeyer J.E., Dutson T.R.: Effect of low-calcium requiring calcium activated factor on myofibrils under varying pH and temperature conditions. *J. Food Sci.*, 1986, **51**, 28-32.
- [41] Kristensen L., Purslow P.P.: The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins. *Meat Sci.*, 2001, **58**, 17-23.
- [42] Larick D.K., Turner B.E.: Flavour characteristics of forage and grain-fed beef as influenced by phospholipid and fatty acid compositional differences. *J. Food Sci.*, 1990, **55**, 312-318.
- [43] Lawrie R.A.: *Meat Science*. Pergamon Press, Oxford, 1985.
- [44] Ledward D.A.: Post-slaughter influences on the formation of metmyoglobin in beef muscles. *Meat Sci.*, 1985, **15**, 149-171.
- [45] Lewis G.J., Purslow P.P., Rice A.E.: The effect of conditioning on the strength of perimysial connective tissue dissected from cooked meat. *Meat Sci.*, 1991, **30**, 1-12.
- [46] Light N.D., Champion A.E., Voyle C., Bailey A.J.: The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining texture of six bovine muscles. *Meat Sci.*, 1985, **30**, 1-12.
- [47] Lonergan S.M., Huff-Lonergan E., Wiegand B.R., Kriese-Anderson L.A.: *Post mortem* proteolysis and tenderization of top loin steaks from brangus cattle. *J. Muscle Foods*, 2001, **12**, 121-136.
- [48] Lu J., Tan J., Shatadal P., Gerrard Gerard.E.: Evaluation of pork color by using computer vision. *Meat Sci.*, 2000, **56**, 57-60.
- [49] Maddock K.R., Huff-Lonergan E., Rowe L.J., Lonergan S.M.: Effect of pH and ionic strength on μ - and m-calpain inhibition by calpastatin. *J. Animal Sci.*, 2005, **83**, 1370-1376.
- [50] Madhavi D.L., Carpenter C.E.: Aging and processing affect color, metmyoglobin reductase and oxygen consumption of beef muscles. *J. Food Sci.*, 1993, **58**, 939-942.
- [51] Mancini R.A., Hunt M.C.: Current research in meat color. *Meat Sci.*, 2005, **71**, 100-121.
- [52] Marsh B.B.: The basis of tenderness in muscle foods. The basis of quality in muscle foods. *J. Food Sci.*, 1977, **42**, 295-297.
- [53] McCornick R.J.: The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat Sci.*, 1994, **36**, 79-91.
- [54] McKenna D.R., Mies P.D., Baird B.E., Pfeiffer K.D., Ellebracht J.W., Savell J.W.: Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. *Meat Sci.*, 2005, **70**, 665-682.
- [55] Melody J.L., Lonergan S.M., Rowe L.J., Huiatt T.W., Mayes M.S., Huff-Lonergan E.: Early *post mortem* biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *J. Animal Sci.*, 2004, **82**, 1195-1205.
- [56] Miller M.F., Carr M.A., Ramsey C.B., Crockett K.L., Hoover L.C.: Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *J. Animal Sci.*, 2001, **79**, 3062-3068.


- [57] Nishimura T., Hattori A., Takahashi K.: Ultrastructure of the intramuscular connective tissue in bovine skeletal muscle. *Acta Anatomica*, 1994, **151**, 250-227.
- [58] Nishimura T., Hattori A., Takahashi K.: Structural weakening of intramuscular connective tissue during conditioning of beef. *Meat Sci.*, 1995, **39**, 127-133.
- [59] Nishimura T., Hattori A., Takahashi K.: Relationship between degradation of proteoglycans in basement membrane and intramuscular connective tissue of bovine semitendinosus muscle. *Acta Anatomica*, 1996, **155**, 257-265.
- [60] O'Grady M.N., Monahan F.J., Mooney M.T.: Oxymyoglobin in bovine muscle systems as affected by oxidizing lipids, vitamin E and metmyoglobin reductase activity. *J. Muscle Foods*, 2001, **12**, 19-35.
- [61] O'Keefe M., Hood D.E.: Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef from muscles of differing colour stability. *Meat Sci.*, 1982, **7**, 209-228.
- [62] O'Sullivan A., Byrne D.V., Martens H., Gidskehaug G.H., Andersen H.J., Martens M.: Evaluation of pork colour. Prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis. *Meat Sci.*, 2003, **65**, 909-918.
- [63] Ouali A., Demeyer D., Raichon C.: An introduction to the workshop. *Biochemie*, 1992, **74**, 213-215.
- [64] Parr T., Sensky P., Kemp C., Bardsley R., Buttery P.: The molecular control and genetics of meat quality tenderization across species. *Animal Sci.*, 2006, **1 (suppl.)**, 202-203.
- [65] Purslow P.P.: Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Sci.*, 2005, **70**, 435-447.
- [66] Purslow P.P., Ertbjerg P., Baron C.P., Christensen M., Lawson M.A.: Patterns of variation in enzyme activity and cytoskeletal proteolysis in muscle. *Proc. 47th Int. Congr. Meat Sci. Technol., Kraków*, 2001, pp. 38-43.
- [67] Raes K., Haak L., Balcaen A., Claeys E., Demeyer D., De Smet S.: The effect of feeding linseed at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscle Belgian Blue young bulls. *Meat Sci.*, 2004, **66**, 307-315.
- [68] Reddy I.M., Carpenter C.E.: Determination of metmyoglobin reductase activity in bovine skeletal muscles. *J. Food Sci.*, 1991, **56**, 1161-1164.
- [69] Renner M., Labas R.: Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. *Meat Sci.*, 1987, **19**, 151-165.
- [70] Roncales P., Geesink G.H., van Laack R.L.J.M., Jaile I., Beltran J.A., Barnier V.M.H., Smulders F.J.M.: Meat tenderization: enzymatic mechanisms. In: Ouali A., Demeyer D.I., Smulders F.J.M. (Eds.). *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality. ECCEAMST series*, 1995, pp. 311-330.
- [71] Schmidt J.M., Zhang L., Lee H.S., Stromer M.H., Robson R.M.: Interaction of titin with actin: sensitive modulation of filament crosslinking activity. *Arch. Biochem. Biophys.*, 1999, **366**, 139-150.
- [72] Scollan N.D., Wood J.D.: Enhancing the nutritional value of beef and its relationships with meat quality. *Animal Sci.*, 2006, **1, suppl.**, 83-85.
- [73] Scollan N.D., Choi N.J., Kurt E., Fisher A.V., Enser M., Wood J.D.: Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *Br. J. Nutr.*, 2001, **85**, 115-124.
- [74] Scollan N.D., Hocquette J.F., Nuernberg K., Dannenberger D., Richardson I., Moloney A.P.: Innovations in beef production systems that enhance the nutritional value of beef and its relationship with meat quality. *Meat Sci.*, 2006, **74**, 17-33.
- [75] Sensky P.L., Parr T., Bardsley R.G., Buttery P.J.: The relationship between plasma epinephrine concentration and the activity of the calpain enzyme system in porcine longissimus muscle. *J. Animal Sci.*, 1996, **74**, 380-387.
- [76] Sentandreu M.A., Coulis G., Ouali A.: Role of muscle andopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. *Trends in Food Science and Technology*, 2002, **13**, 400-421.

- [77] Shirabe K., Yubisui T., Borgese N., Tang C.-Y., Hultquist D., Takeshita M.: Enzymatic instability of NADH-cytochrome b₅ reductase as a case of hereditary methemoglobinemia type I (Red Cell Type). *J. Biol. Chem.*, 1992, **267**, 20416-20421.
- [78] Takahashi K.: Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat. The non-enzymatic mechanism of meat tenderization. *Meat Sci.*, 1996, **43 S**, 67-80.
- [79] Taylor R.G., Geesing G.H., Thompson V.F., Koohmaraie M., Goll D.E.: Is Z-disk degradation responsible for post-mortem tenderization? *J. Animal Sci.*, 1995, **73**, 1351-1358.
- [80] Whipple G., Koohmaraie M., Dikeman M.E., Crouse J.D., Hunt M.C., Klemm R.D.: Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in bos taurus and bos indicus cattle. *J. Animal Sci.*, 1990, **68**, 2716-2724.
- [81] Williams S.N., Frye T.M., Frigg M., Schefer D.M., Scheller K.K., Liu Q.: Vitamin E. *Meat Focus International*, 1992, **3 (2)**, 22-23.
- [82] Zając M.: Porównanie jakości wybranych mięśni bydłęcych. Praca doktorska, AR Kraków, 2007.
- [83] Zu L.G., Brewer M.S.: Metmyoglobin reducing capacity of fresh normal, PSE and DFD pork during retail display. *J. Food Sci.*, 1998, **63**, 390-393.

BEEF QUALITY

S u m m a r y

Beef meat is mainly used as a culinary meat. At a meat outlet, consumers judge the quality of beef by its colour, visible fat content, consistency, and odour. The culinary features of beef meat to be thermally treated are determined by its tenderness and palatability. The factors influencing nutritional value of beef, its colour, tenderness, and palatability are discussed. The factors as pointed out here are impacted by both the natural differences between the muscles, resulting from their physiological function and structure, and the actions taken by producers (breeders, suppliers of animals) and technologists.

Key words: beef, nutritional value, colour, tenderness, palatability 

MAREK SIKORA, MAGDALENA KRYSZYJAN

INTERAKCJE SKROBI RÓŻNEGO POCHODZENIA BOTANICZNEGO Z NIESKROBIOWYMI HYDROKOLOIDAMI POLISACHARYDOWYMI

Streszczenie

Celem pracy było uaktualnienie stanu wiedzy z zakresu interakcji skrobi z nieskrobiowymi hydrokolo- idami, który przedstawiono w kwartalniku „Żywność” 2003, 1 (34) Supl. W obecnym opracowaniu uwy- puklono zagadnienia związane z możliwościami analizy oraz wskazana na niektóre aspekty aplikacyjne mieszanych układów skrobi z nieskrobiowymi hydrokolo- idami w przemyśle spożywczym.

Słowa kluczowe: skrobia, hydrokoloidy nieskrobiowe, interakcje, reologia

Wstęp

Liczne badania nad właściwościami hydrokoloidów potwierdziły, że stanowią one ważną grupę dodatków do żywności. Są coraz powszechniej stosowane w przemyśle spożywczym, nie tylko dzięki efektom zagęszczającym i/lub żelującym, lecz również ze względu na zdolność wiązania wody, ograniczanie intensywności parowania, umożliwianie stabilizacji pian i emulsji, oraz na możliwość regulowania właściwości reologicznych. Mogą również wpływać na zmiany szybkości zamrażania i tworzenia kryształów lodu [12, 13, 14, 26].

Synergistyczny efekt różnych hydrokoloidów jest często spotykany w przemyśle spożywczym. W ten sposób można zastąpić niektóre drogie polimery innymi, tańszymi, otrzymując w ten sposób mieszaniny o nowych właściwościach funkcjonalnych, np. stabilniejszej teksturze i właściwościach reologicznych [4, 27, 39].

W celu skuteczniejszego stosowania mieszanin skrobi z hydrokolo- idami w pro- dukcji żywności prowadzi się pomiary reologiczne, pozwalające na zbadanie właści- wości takich mieszanin. Wiadomo, że w skleikowanej skrobi rozpuszczone granule (amyloza) tworzą fazę ciągłą, natomiast napęczniałe pozostałości granul (amylopekty-

na) występują jako „wypełniacze”. Właściwości reologiczne mieszanin skrobi z nieskrobiowymi polisacharydami uzależnione są od wielu czynników, m.in. wielkości frakcji w fazie ciągłej i rozproszonej, sumarycznego stężenia polisacharydów w mieszaninie, botanicznego pochodzenia skrobi, rodzaju zastosowanego hydrokoloidu oraz interakcji pomiędzy zastosowanymi hydrokoloidami, a także od interakcji pomiędzy fazą ciągłą i rozproszoną. Zrozumienie oddziaływań zachodzących w samych skrobiach jest ważne do zinterpretowania właściwości systemów skrobia – polisacharydy nieskrobiowe [21, 40]. Pomiary reologiczne są pomocne w celu scharakteryzowania procesu żelowania mieszaniny skrobia – hydrokoloid o złożonej strukturze, w której zachodzą oddziaływania zarówno fizyczne, jak i interakcje z udziałem energii [4].

Przeprowadzono wiele badań mających na celu wyjaśnienie roli hydrokoloidów w kształtowaniu struktury i tekstury produktów spożywczych oraz ich wpływu na właściwości reologiczne układów skrobia – hydrokoloid [6]. Wykazano w nich znaczący wpływ dodatku niewielkiej ilości hydrokoloidów na właściwości lepkością skrobi oraz podano praktyczne informacje odnośnie stosowania hydrokoloidów w celu kontroli procesu formowania się żeli skrobiowych.

We wcześniejszym artykule przeglądowym [29] przedstawiono stan wiedzy w zakresie badań interakcji skrobi z innymi hydrokoloidami polisacharydowymi. Z uwagi na fakt, że w wyniku interakcji hydrokoloidów polisacharydowych ze skrobią powstają układy, których właściwości są interesujące z punktu widzenia technologii żywności, uwaga wielu badaczy jest skierowana właśnie w tym kierunku. W związku z powyższym wciąż pojawiają się nowe prace z tego zakresu, a wiedza związana z interakcjami hydrokoloidów polisacharydowych poszerza się.

Celem tej pracy jest uaktualnienie stanu wiedzy z zakresu interakcji skrobi z nieskrobiowymi hydrokoloidami, uwypuklenie zagadnień analitycznych z tym związanych oraz wykazanie niektórych możliwości aplikacyjnych mieszanych układów skrobi z nieskrobiowymi hydrokoloidami w przemyśle spożywczym.

Interakcje skrobi ziemniaczanej z hydrokoloidami polisacharydowymi

Wpływ dodatku karboksymetylocelulozy, karagenu, alginianu sodu oraz gumy ksantanowej na kleikowanie skrobi ziemniaczanej w układach o sumarycznym stężeniu hydrokoloidów 4% (3,6% skrobi i 0,4% nieskrobiowego hydrokoloidu) przebadali Shi i BeMiller [27]. Dowiedli oni, że pod wpływem dodatku ujemnie naładowanych hydrokoloidów nieskrobiowych, maksimum lepkości mieszanin zawierających również ujemnie naładowaną skrobię ziemniaczaną obniża się. Jako przyczynę tego zjawiska podano odpychające oddziaływanie pomiędzy ujemnymi fosforowymi grupami skrobi i ujemnie naładowanymi cząsteczkami nieskrobiowych hydrokoloidów.

Wpływem dodatku gumy ksantanowej na właściwości skrobi ziemniaczanej zajmowali się Mandala i Palogou [22]. Roztwory wodne obu polisacharydów przygoto-

wywano osobno w temp. 75 i 90°C, po czym mieszano je ze sobą w ilościach 10, 12 i 15% skrobi oraz 0,1 i 0,3% gumy ksantanowej. Po zmieszaniu próbki badano w temperaturze 25°C. Wykonano pomiary dużych odkształceń oraz 24-godzinne nieustrukturalizacyjne badania oscylacyjne (małych odkształceń). Stwierdzono, że granica płynięcia zależała w głównej mierze od czasu starzenia się żelu oraz od stężenia skrobi, w mniejszym natomiast stopniu od temperatury przygotowania kleików oraz stężenia gumy ksantanowej. Wzrost stężenia skrobi, przy zachowaniu stałego stężenia gumy ksantanowej, spowodował utworzenie struktury w bardzo krótkim czasie, a także wzrost wartości modułu zachowawczego G' mieszanego układu. Zjawisko to objaśniano większą ilością amylozy, która wydostała się z granul skrobiowych w początkowym okresie przechowywania. Cząsteczki amylozy w fazie ciągłej połączyły się ze sobą tworząc sieć. Cały układ, tzn. sieć utworzona przez cząsteczki amylozy oraz znajdujące się między jej strukturami zniszczone granule skrobiowe utworzyły żel. Badania dużych odkształceń posłużyły głównie do sprawdzenia i porównania eksperymentów. Stwierdzono także, że guma ksantanowa przyspieszała tworzenie się żelu, a jej wpływ na reologię układu był pośredni. Otaczając cienkim filmem powodowała ona „wyłączenie” (exclusion) granul skrobiowych, przeszkadzając w dyfuzji makrocząsteczek. Jej wpływ na skrobię opisano jako czasowo niezależny, co miało oznaczać, że ani nie wpływała na umocnienie, ani też nie przeszkadzała w tworzeniu się sieci amylozowej. Wzmocnienie struktur żelowych w czasie 24-godzinnego badania przypisywano innym zjawiskom, takim jak separacja mikrofazowa i wzrost stężenia w każdej wydzielonej fazie, w której interakcje makrocząsteczek tego samego typu są preferowane.

Khanna i Tester [17], za pomocą skaningowej kalorymetrii różnicowej oraz trawienia α -amylazą, zbadali wpływ oczyszczonej mączki konjac na żelowanie i retrogradację skrobi ziemniaczanej oraz kukurydzianej, o różnej zawartości amylozy. Stwierdzili oni, że dodatek do skrobi oczyszczonej mączki konjac rozszerza zakres kleikowania i jednocześnie podwyższa końcową temperaturę kleikowania badanych skrobi. Takie działanie mączki konjac na właściwości skrobi autorzy przypisywali „efektowi sekwestrującemu” (sequestering effect). Polega on na otaczaniu i izolowaniu cząsteczkami hydrokoloidu granul skrobiowych, a tym samym na izolowaniu ich i ograniczaniu dostępu cząsteczek wody do granul, co ma bezpośredni wpływ na proces kleikowania. Autorzy stwierdzili także, że mączka konjac miała istotny wpływ na opóźnienie procesu długoterminowej retrogradacji skrobi. Stwierdzili również, że w wyniku tego opóźnienia otrzymywano większe ilości strawnej skrobi w systemach zawierających mączkę konjac.

Fiedorowicz i wsp. [5] oraz Sikora i Kowalski [36] badali interakcje zachodzące pomiędzy skrobią ziemniaczaną a hydrokoloidami polisacharydowymi (gumą guarową, ksantanową, karaja, carob, arabską oraz karagenem) stosując przy tym różne stężenia hydrokoloidów (0,05 i 0,2%). Na podstawie wykonanych pomiarów reologicznych

zaobserwowano różnice we właściwościach mieszanin pod wpływem dodatku poszczególnych hydrokoloidów do skrobi ziemniaczanej. Stwierdzono m.in., że dodatek gumy ksantanowej oraz karagenu do układu skrobi ziemniaczanej wpłynął na obniżenie, natomiast gumy guarowej - na podwyższenie charakterystyki kleikowania badanych mieszanin, w stosunku do skrobi wyjściowej. Stwierdzono również, że dodatek gumy guarowej spowodował wzrost, a pozostałych hydrokoloidów - zmniejszenie pseudoplastyczności układów.

Baranowska i wsp. [1] oraz Sikora i wsp. [35] badali właściwości skrobi ziemniaczanej z dodatkiem takich hydrokoloidów polisacharydowych, jak: guma guarowa, arabska, ksantanowa, karaja, carob i karagen, za pomocą niskopolowego NMR. Stwierdzono, że na skutek ogrzewania wodnych suspensji skrobi ziemniaczanej do temp. 55°C, czas relaksacji wzrastał, a dynamika cząsteczek wody rosła na skutek braku uporządkowania w roztworze, spowodowanego wzrostem temperatury. Jednakże począwszy od temp. 55°C, czas relaksacji T_1 zmniejszał się na skutek żelowania i immobilizacji cząsteczek wody w strukturach żelu. Po przejściu punktu żelowania, T_1 prawie jednostajnie rósł, aż do zakończenia pomiaru (96°C). Dodatek hydrokoloidów jakościowo i ilościowo zaburzał te prawidłowości, ale ich nie zmieniał. Kleikowanie skrobi z wodnymi roztworami hydrokoloidów w pierwszej kolejności wywoływało zmiany w konformacji polisacharydów, które zachodziły do momentu osiągnięcia punktu żelowania, a następnie tworzyła się sieć żelowa. Przebieg żelowania (kleikowania) uzależniony był od dostępności cząsteczek wody. Dostępność tych cząsteczek zależała z kolei od właściwości poszczególnych hydrokoloidów do ich zatrzymywania, od zmian konformacyjnych i od inhibicji żelowania, będącej wynikiem interakcji pomiędzy hydrokoloidami i granulami skrobiowymi.

Interakcje skrobi kukurydzianej z hydrokoloidami polisacharydowymi

Interakcje skrobi kukurydzianej z hydrokoloidami polisacharydowymi badali Kanna i Tester [17] (wyniki przedstawiono powyżej), Funami i wsp. [7, 8], Krueger i wsp. [20], Jimenez-Avalos i wsp. [15] oraz Sikora i wsp. [32].

Funami i wsp. [7, 8] prowadzili badania wpływu gumy guarowej o różnej masie cząsteczkowej na kleikowanie i retrogradację skrobi kukurydzianej. Stwierdzili, że kleikowanie skrobi kukurydzianej uzależnione jest od masy cząsteczkowej gumy guarowej. Zależność tę sprecyzowali w ten sposób, że guma guarowa o masie cząsteczkowej powyżej 10×10^5 g/mol, powinna reagować z amylozą i tego rodzaju interakcje nie powinny być zależne od masy cząsteczkowej gumy guarowej, powyżej tej krytycznej wartości (10×10^5 g/mol). Interakcje tego typu objaśniali konformacyjnie prostą strukturą łańcucha amylozy, biorącej udział w interakcjach z gumą gurową. Autorzy stwierdzili również, że guma guarowa o dłuższych łańcuchach (M_w powyżej 10×10^5 g/mol) powinna brać udział w interakcjach z amylopektyną i tego rodzaju oddziaływa-

nia powinny być mocniejsze, w miarę wydłużania łańcucha gumy guarowej. Oddziaływanie między gumą guarową i amylozą mogą mieć wpływ, zdaniem autorów artykułu, na wzrost temperatury początku kleikowania skrobi kukurydzianej, natomiast oddziaływanie między gumą i amylopektyną - na wzrost maksimum lepkości podczas kleikowania. Inne interakcje gumy guarowej ze skrobią, takie jak efekt zagęszczania, zwiększający efektywne stężenie systemu, powinny być także traktowane, jako czynniki wpływające na kleikowanie skrobi [7].

W kolejnej pracy z tego zakresu [8] autorzy stwierdzili, że guma guarowa o względnie niskiej masie cząsteczkowej promuje długoterminową retrogradację skrobi kukurydzianej.

Krueger i wsp. [20] badali mieszaniny złożone ze skrobi kukurydzianej (10%), sacharozy (15%) i nieskrobiowych hydrokoloidów (guma guarowa, ksantanowa i/lub alginian sodu, 1%), ogrzewane do temp. 90°C. Zaobserwowali znaczący spadek ilości napęczniałych granulek skrobiowych w układach zawierających gumę guarową, spowodowany wolniejszym tempem ogrzewania, a także zmniejszoną mobilnością cząstek wody. Spadek taki, choć w znacznie mniejszym stopniu, zaobserwowano także w układach zawierających gumę ksantanową, a najmniejszy - w układach z alginianem sodu. Autorzy stwierdzili również, że w systemach wsadowych ogrzewanie nie następuje natychmiastowo w całej masie i nie można uniknąć zjawisk przejściowych, uzależnionych od czasu i temperatury. Stwierdzili także, że układy skrobi z dodatkiem gum roślinnych miały niskie tempo nagrzewania podczas kleikowania, w porównaniu z układami bez dodatku gum. Wg autorów, temperatura kleikowania mierzona za pomocą DSC ulega podwyższeniu wskutek dodatku sacharozy, natomiast zmienia się tylko w niewielkim stopniu pod wpływem dodatku gum roślinnych.

Jimenez-Avalos i wsp. [15] badali lepkosprężyste właściwości gumy arabskiej 25 i 35% (m/v), skrobi kukurydzianej 3 i 5% (m/v) oraz ich mieszanin za pomocą pomiarów oscylacyjnych oraz testu pełzania i powrotu. We wszystkich układach moduł zachowawczy był większy niż stratności, co potwierdza sprężysty charakter badanych próbek. Ponadto badania wpływu odkształcenia na zadane naprężenie pozwoliły stwierdzić, że guma arabska oraz jej mieszanina ze skrobią kukurydzianą zachowują się jak lepkosprężyste ciecze, podczas gdy czysta skrobia kukurydziana, przy stężeniu 5% (m/v), wykazuje właściwości lepkosprężystego ciała stałego.

W pracy Sikory i wsp. [32] zbadano interakcje zachodzące pomiędzy skrobiami zbożowymi (owsianą i kukurydzianą) a hydrokoloidami polisacharydowymi (karagenem, gumą ksantanową oraz gumą guarową). W tym celu przygotowano wodne suspensje gumy ksantanowej i guarowej (0,05 i 0,2%) oraz (0,2 i 0,4%) karagenu z wyżej wymienionymi skrobiami. Całkowite stężenie hydrokoloidów wynosiło 5% (m/v). Wykonano pomiary małych i dużych deformacji oraz charakterystykę kleikowania badanych układów. Zaobserwowano, że dodatek gumy guarowej wpłynął znacząco na

wzrost lepkości badanych skrobi podczas kleikowania. Spowodował on również wzrost modułu zachowawczego (G') dwuskładnikowych żeli w stosunku do kleików, zawierających czyste skrobie. Ponadto dodatek wszystkich badanych hydrokolidów spowodował zmniejszenie pola powierzchni pętli histerezy, a największym zmniejszeniem tego parametru odznaczyły się układy zawierające gumę guarową. Zauważono, że mieszaniny skrobi kukurydzianej z gumą guarową lub karagenem wykazywały ujemne wartości pola powierzchni histerezy, co według autorów, mogło być spowodowane tworzeniem się struktur indukowanych ścinaniem.

Interakcje skrobi kukurydzianej woskowej z hydrokolidami polisacharydowymi

Wang i wsp. [40] badali zależność lepkości mieszanin woskowej skrobi kukurydzianej z gumą ksantanową (w stosunku 20 : 80, 40 : 60, 80 : 20 m/m suchej substancji) od stężenia i wzajemnego stosunku polimerów. Polimery rozpuszczano w mieszaninie DMSO (90%) i wody (10%). Stwierdzono, że dodatek gumy ksantanowej do roztworu skrobi kukurydzianej woskowej zmniejszał stężenie skumulowane i zwiększał graniczną liczbę lepkościową (ang. intrinsic viscosity) oraz parametr Hugginsa „b”. Guma ksantanowa okazała się lepszym zagęstnikiem niż skrobia kukurydziana. Stwierdzono również, że skrobia kukurydziana i guma ksantanowa przyciągały się wzajemnie, ale nie wykazywały efektu synergizmu.

Rodríguez-Hernandez i wsp. [25] za pomocą dynamicznego ścinania oscylacyjnego i mikroskopii skaningowej badali wpływ dodatku gumy gellan, o różnym stężeniu (0,005–0,5%) na układ kukurydzianej skrobi woskowej (3%), w temp. 75 oraz 90°C. Wykazano, że pod wpływem dodatku gumy gellan w ilości poniżej 0,02%, w podwyższonej temperaturze, nastąpiło otoczenie napęczniałych i rozerwanych ziarenek skrobiowych przez sieć utworzoną z cząsteczek nieskrobiowego hydrokoloidu. Zarówno pęczniejące cząsteczki skrobi, jak i zagęszczona sieć utworzona przez cząsteczki gumy gellan przyczyniły się do nadania mieszaninie sprężystego charakteru, zwiększając tym samym moduł magazynowania G' . Przy stężeniu gumy gellan powyżej 0,02% nie zaobserwowano wzrostu modułu magazynowania. Właściwości sprężyste zależały również od temperatury przygotowania kleików. W niższej temperaturze kleikowania większy wpływ na właściwości lepko-sprężyste mieszaniny miały napęczniałe cząsteczki skrobi, które wzmocniły sieć utworzoną przez gumę gellan. W temp. 90°C efekt ten był mniejszy, ze względu na mniejszą ilość napęczniałych granulek.

Interakcje skrobi pszennej z hydrokolidami polisacharydowymi

Funami i wsp. [9] stwierdzili, że dodatek niejonowych polisacharydów (galaktomannanów – guma guarowa, tara i mączka chleba świętojańskiego oraz glukomannanu – guma konjac, w ilości 0,5–1,0% (m/v) do układu skrobi pszennej (13%) powodował obniżenie temperatury kleikowania. Spośród badanych hydrokolidów guma guarowa

odznaczyła się największym wpływem na obniżenie temperatury podczas kleikowania układu skrobia-hydrokoloid. Przy dodatku galaktomannanów w ilości 1% efekt ten wzrastał w następującej kolejności: guma guarowa > guma tara > mączka chleba świętojańskiego, co było również zgodne ze wzrostem średniej masy cząsteczkowej. Natomiast efektywność wzrostu maksymalnej lepkości, dzięki dodatkowi galaktomannanów do układu, była odwrotnie proporcjonalna do wielkości ich średnich mas cząsteczkowych. Największy wpływ na wzrost lepkości maksymalnej układu miał dodatek mączki chleba świętojańskiego, a najmniejszy gumy guarowej. Autorzy wysuwają hipotezę, że interakcje galaktomannanów z długimi zewnętrznymi łańcuchami amylopektyny podczas ogrzewania, prowadzące do wzrostu maksymalnej lepkości, mogą być spowodowane różnicą w ich strukturalnej kompatybilności. Takie wzajemne oddziaływania powinny ograniczyć ilość wydzielonej amylozy podczas kleikowania przez wzrost lepkości fazy ciągłej, ale nie powinny tworzyć żelu lub uporządkowanej struktury po ochłodzeniu. Galaktomannany powodują efektywne zwiększenie stężenia amylozy w fazie ciągłej, poprzez termiczne zagęszczanie, co prowadzi do przyspieszenia krótkoterminowej retrogracji. Zmniejszają one jednak właściwości żelujące systemu, za co odpowiedzialne jest nie tylko zmniejszenie ilości wypływającej amylozy, ale także uporządkowanie fazowe pomiędzy skrobią i hydrokoloidami. Galaktomannany zapobiegają krystalizacji amylozy i współkrystalizacji amylozy i amylopektyny, co prowadzi do opóźnienia długoterminowej retrogradacji.

Mandala i Bayas [23] badali wpływ dodatku gumy ksantanowej na właściwości skrobi pszennej. Próbkę przygotowano na dwa różne sposoby. W pierwszym ogrzewano osobno przygotowane wodne roztwory gumy ksantanowej oraz skrobi, a następnie mieszano je ze sobą. W drugim – mieszano skrobię z gumą, dodawano wodę i ogrzewano. Próbkę preparowano w temp. 75 i 90°C oraz w dwóch różnych okresach – 5 i 30 min. Stwierdzono różnice we właściwościach reologicznych badanych układów, na które wpływ miała temperatura i technika sporządzania próbek, jak również rozmiar makrocząsteczek. Dodatek gumy ksantanowej do zawiesiny skrobiowej powodował zwiększenie pęcznienia granул w czasie ogrzewania. Stwierdzono obecność wielu dużych granул, nawet przy względnie niskiej temp. -75°C. Wg autorów amyloza wypływa z granул w czasie ogrzewania, ale w temp. powyżej 80°C jej wypływ wydaje się być zahamowany. Guma ksantanowa koncentruje się wokół napęczniałych granул, powodując zwiększenie sił ścinających i tworzą wraz z amylozą film powlekający powierzchnię napęczniałych granул. Na skutek tego napęczniałe i uszkodzone granule nie mogą podwyższyć stężenia fazy ciągłej. Autorzy twierdzą, że granule są raczej sztywne, a cząsteczki gumy ksantanowej wpływają negatywnie na ich kohezję i całokształt połączenia z matrycą polimerową. Oprócz tego, amyloza nie reaguje z gumą ksantanową w fazie ciągłej, a polimery tworzą wzajemnie wyłączające się fazy.

Interakcje skrobi tapiokowej z hydrokoloidami polisacharydowymi

Chaisawang i Suphantharika [2] zbadali wpływ gumy guarowej oraz ksantanowej na właściwości reologiczne i żelujące natywnej oraz anionowej skrobi tapiokowej za pomocą RVA (ang. Rapid Visco Analyzer – wiskoanalizator do szybkich pomiarów), DSC (ang. Differential Scanning Calorimetry – Różnicowa Kalorymetria Skaningowa), SEM (ang. Scanning Elektron Microscopy – Mikroskopia Elektronowa Skaningowa) oraz pomiarów reologicznych. Wyniki badań przeprowadzone za pomocą RVA wykazały wzrost maksymalnej, minimalnej oraz końcowej lepkości układu skrobia tapiokowa – guma, w porównaniu z kleikiem skrobi bez dodatków. Efekt ten był bardziej widoczny w przypadku zastosowania gumy guarowej aniżeli ksantanowej. W skrobi anionowej guma guarowa powodowała podobne zjawiska, podczas gdy guma ksantanowa (jonowa) – przeciwne. Dodatek gum powodował wzrost temperatury kleikowania obu skrobi. Nastąpił również wzrost siły żelowania skrobi w wysokiej temperaturze, powyżej 80°C. Pomiar dynamiczne wykazały zmniejszenie wartości $\tan \delta$, co pozwoliło na wyciągnięcie wniosku, że kleiki sporządzone ze skrobi z dodatkiem gum mają charakter bardziej zbliżony do lepkosprężystego ciała stałego aniżeli kleiki skrobi bez dodatków. W pracy stwierdzono także, że guma ksantanowa owija się wokół cząsteczek skrobi natywnej, utrudniając przez to proces pęcznienia jej granul. W układach ze skrobią anionową guma ksantanowa opóźnia proces żelowania. Jest to spowodowane odpychaniem się cząsteczek obu polisacharydów, mających jednakowo ujemnie naładowane cząsteczki. Guma guarowa natomiast nie owija się wokół granul skrobi, pozwalając im swobodnie żelować.

Temsiripong i wsp. [39] zastosowali pomiary reologiczne oraz DSC w celu zbadania efektu dodatku ksyloglukanu na skrobię tapiokową. Stwierdzili, że zżelowana skrobia bez dodatków wykazuje przy niskich szybkościach ścinania przepływ pseudoplastyczny, podczas gdy przy wartościach powyżej 1 s^{-1} , zachowuje się jak płyn dylatancyjny, czego nie obserwuje się w mieszaninie z ksyloglukanem. Pomiar dynamiczne wykazały wzrost modułów magazynowania i stratności podczas przechowywania w temp. 5°C, przy dodatku ksyloglukanu, z drugiej jednak strony nastąpił wzrost retrogradacji. Wyniki te sugerują, że dodatek ksyloglukanu do układu skrobi poprawił stabilność mechaniczną podczas przechowywania, ale przyspieszył ponowne uporządkowanie łańcuchów skrobi, poprzez ograniczenie im ilości wody dostępnej.

Pongsawatmanit i wsp. [24] prowadzili podobne badania właściwości układu skrobia tapiokowa – ksyloglukan, lecz w obecności sacharozy. Stwierdzili, że dodatek sacharozy opóźnił proces żelowania mieszaniny, prowadząc do wzrostu maksymalnej oraz końcowej lepkości układu. Nastąpił również wzrost krótkoterminowej retrogradacji oraz wzmocnienie właściwości elastycznych łańcuchów, tworzących sieć układu skrobia tapiokowa – ksyloglukan.

Interakcje skrobi ryżowej z hydrokoloidami polisacharydowymi

Yoo i wsp. [41] zbadali reologiczne właściwości mieszanin skrobi ryżowej z galaktomannanami. W tym celu sporządzali 5% (m/m) kleiki skrobiowe z dodatkiem gumy guarowej oraz mączki chleba świętojańskiego (MCS), w stężeniach (0,2; 0,4; 0,6 i 0,8%, m/m). Wykonali pomiary dynamiczne oraz ścinające. Na podstawie dokonanych analiz stwierdzono, że badane układy mają pseudoplastyczną naturę oraz granicę płynięcia. Mieszanina skrobi ryżowej z gumą guarową miała wyższy stopień pseudoplastyczności w stosunku do układu skrobienia – MCS. Różnice wynikały ze struktury badanych galaktomannanów. Gumę guarową tworzy szkielet składający się z cząsteczek mannanu z naprzemianległymi łańcuchami galaktozowymi, które skutecznie ograniczają tworzenie się wewnątrzcząsteczkowych wiązań wodorowych. Dzięki takiemu ułożeniu cząsteczka występuje w formie rozciągniętej, a to ułatwia interakcje z cząsteczkami amylozy, poprzez niekowalencyjne wiązania wodorowe. Natomiast mączka chleba świętojańskiego składa się z cząsteczek mannanu tworzących łańcuch główny oraz z łańcuchów galaktozowych, przyłączonych w mniej uporządkowany sposób niż ma to miejsce w gumie guarowej. Dodatkowo łańcuchy galaktozowe w MCS mają tendencję do łączenia się między sobą poprzez wiązania wodorowe. Utrudnia to interakcje z liniową amylozą z powodu ograniczonej liczby dostępnych grup hydroksylowych. Badania dynamiczne dostarczyły informacji odnośnie modułu magazynowania, stratności oraz lepkości zespolonej. Wszystkie parametry zależały od stężenia galaktomannanów w mieszaninie i wzrastały wraz ze wzrostem stężenia hydrokoloidów w układzie. Na podstawie uzyskanych pomiarów stwierdzono, że uzyskane układy mają właściwości słabych żeli.

Dalsze badania układów skrobienia ryżowa – galaktomannany prowadzili Kim i wsp. [18]. Naukowcy ci zbadali właściwości reologiczne omawianych układów podczas starzenia się. Wykonali pomiary oscylacyjne 5% kleików w temp. 4°C, w ciągu 10 godz. Wartość modułu magazynowania, G' układu skrobienia – MCS wzrosła wraz ze wzrostem stężenia galaktomannanu w mieszaninie. Podobne wyniki uzyskali w układach skrobienia – GG. Zaobserwowano również różnice w module G' oraz $\tan \delta$, przed i po starzeniu się kleiku, bardziej widoczne w mieszaninie skrobienia – MCS. Moduł magazynowania G' kleiku po starzeniu się był znacznie większy niż przed, podczas gdy w wartościach modułu stratności G'' nie zanotowano znaczących różnic. Uzyskane wyniki wykazały, że właściwości sprężyste żeli po starzeniu się były większe niż przed starzeniem, co tłumaczono wzrostem stężenia skrobi w fazie ciągłej.

Song i wsp. [38] badali pęcznienie i kleikowanie skrobi ryżowej (5%) z dodatkiem nieskrobiowych hydrokoloidów, takich jak: guma gellan, guarowa, ksantanowa, arabska i EPS-CB (egzopolisacharyd z bakterii *Sphingomonas chungbukensis*), o stężeniu 0,05–0,2%. Stwierdzili, że ogólnie dodatek hydrokoloidów zmniejszał siłę pęcznienia zawiesin skrobi ryżowej, przy niskich stężeniach hydrokoloidu (0–0,05%), ale

siła pęcznienia mieszanin skrobia ryżowa – hydrokolooid zwiększała się w miarę wzrostu stężenia hydrokolooidu (0,05 - 0,1%) z powodu mniej efektywnego odwirowywania z medium o wzrastającej lepkości. Hydrokolooidy zwiększały lepkość zawiesin skrobi ryżowej, natomiast EPS-CB zmniejszał ten parametr. Zdaniem autorów, dodatek hydrokolooidów o niskim stężeniu nie miał wpływu na retrogradację skrobi ryżowej.

Nowe możliwości zastosowania skrobi z nieskrobiowymi hydrokolooidami polisacharydowymi w przemyśle spożywczym

W pracy Sikory i wsp. [28] zbadano możliwości zastosowania mieszanych układów skrobi ziemniaczanej i kukurydzianej z dodatkiem gumy ksantanowej do zagęszczania sosów kakaowych. Sosy te otrzymały dobre oceny sensoryczne, porównywalne do ocen sosów handlowych. Stwierdzono, że kombinacje skrobi kukurydzianej i ziemniaczanej z gumą ksantanową nadają się do zagęszczania i nadawania tekstury sosom kakaowym. Wszystkie sosy wykazywały właściwości pseudoplastyczne, nienewtonowskie oraz tiksotropowe, uzależnione od rodzaju i ilości zastosowanych zagęstników oraz od ich wzajemnej proporcji.

Możliwości zastosowania m.in. kombinacji skrobi ziemniaczanej i owsianej z gumą ksantanową do zagęszczania sosów słodko-kwaśnych oraz sosów słodko-kwaśnych z dodatkiem warzyw badali Sikora i wsp. [30]. Stwierdzono, że sosy słodko-kwaśne tracą swoje właściwości sensoryczne podczas długotrwałego przechowywania (6 miesięcy). Parametry teksturalne i reologiczne sosów słodko-kwaśnych kształtowały się podczas przechowywania podobnie, jak parametry analizy sensorycznej. Podczas przechowywania nie stwierdzono rozwoju mikroflory w badanych sosach.

Gibiński i wsp. [10] zbadali wpływ różnych kombinacji i stężenia hydrokolooidów na właściwości reologiczne, teksturalne oraz sensoryczne słodko-kwaśnych sosów. W tym celu zastosowano następujące układy: skrobia owsiana – hydrolizat owsa – guma ksantanowa, skrobia owsiana – hydrolizat owsa, hydrolizat owsa – guma ksantanowa oraz skrobia ziemniaczana – guma ksantanowa. Stwierdzono, że spośród mieszanin trójskładnikowy układ zagęszczający skrobia owsiana – hydrolizat owsa – guma ksantanowa wykazał największy wpływ na stabilność sosów podczas przechowywania. Badane układy nie wpłynęły znacząco na właściwości sensoryczne sosów, niemniej jednak zauważono, że układ zagęszczający skrobi owsianej z gumą ksantanową spotkał się z najmniejszą akceptacją konsumentką. Ponadto odnotowano wzrost siły penetracji, adhezyjności oraz twardości sosów podczas pięciomiesięcznego przechowywania. Przeprowadzone badania dowiodły skuteczności stosowania powyższych układów jako zagęstników sosów słodko-kwaśnych.

Kao i Lin [16] badali jakość parówek o zredukowanej zawartości tłuszczu, w których pewną ilość tłuszczu zastąpiono mieszaniną skrobi ziemniaczanej z domieszką gumy konjac. Właściwości reologiczne układu określono przeprowadzając pomiary

dynamiczne. Podczas pomiaru z zastosowaniem przemiatań częstotliwością wykazano, że przy jednakowym stężeniu gumy konjac, zwiększenie poziomu skrobi ziemniaczanej spowodowało zmniejszenie wartości modułu magazynowania oraz modułu stratności mieszanki, prowadząc tym samym do większej elastyczności uzyskanych żeli.

Sikora i wsp. [37] zbadali wpływ układu skrobia – guma ksantanowa na właściwości zagęszczające sosów truskawkowych. W tym celu przygotowano kombinacje różnych skrobi (ziemniaczanej, kukurydzianej oraz owsianej) z gumą ksantanową. W badanych sosach zastosowano różne stężenia hydrokoloidów, a pomiary wykonano bezpośrednio po przygotowaniu produktów oraz po trzech miesiącach przechowywania. Przeprowadzono pomiary tekstury, reologiczne oraz sensoryczne. Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono, że mieszanina skrobi z gumą ksantanową stanowi dobry zagęstnik sosów truskawkowych, utrzymując ich właściwości sensoryczne i teksturalne na stałym poziomie podczas przechowywania. Spośród badanych układów skrobia owsiana z gumą ksantanową wykazały najbardziej stabilne właściwości podczas całego okresu przechowywania, jednak pod względem sensorycznym największą akceptację konsumentów uzyskał sos zawierający skrobię ziemniaczaną z 0,12% domieszką gumy ksantanowej.

Praca Sikory i wsp. [34] traktuje o optymalizacji dodatku skrobi kukurydzianej z gumą ksantanową do zagęszczania sosów kakaowych. W tym celu zbadano sensoryczne, teksturalne i reologiczne właściwości sosów kakaowych, zagęszczanych kombinacjami skrobi kukurydzianej, w ilości 0,3–0,5% (m/m), z gumą ksantanową, w ilości 0,05–0,3% (m/m). W wyniku obliczeń matematycznych stwierdzono, że optymalne ilości skrobi kukurydzianej, potrzebnej do zagęszczania sosów kakaowych, zawarte są w przedziale 0,45–0,49% (m/m), natomiast gumy ksantanowej – w przedziale 0,15–0,17% (m/m).

Gibiński i wsp. [11] badali przydatność skrobi owsianej z gumą ksantanową oraz skrobi owsianej, hydrolizatu owsianego z gumą ksantanową do nadawania tekstury i struktury majonezom. Stwierdzono, że zastosowane kombinacje hydrokoloidów nadawały się do otrzymywania majonezów o odpowiednich cechach sensorycznych, teksturalnych i reologicznych. Ponadto stwierdzono, że dzięki zastosowaniu kombinacji hydrokoloidów polisacharydowych można zredukować zawartość tłuszczu w majonezach o około 23%.

Sikora i wsp. [31] na podstawie przeglądu literatury podali możliwości zastosowania m.in. hydrokoloidów polisacharydowych do otrzymywania sosów spożywczych, majonezów i dressingów sałatkowych. Uwzględniono właściwości fizyczne i chemiczne oraz zastosowanie omawianych produktów. Opisano także szczegółowo systemy zagęszczające, zwłaszcza otrzymane za pomocą kombinacji hydrokoloidów polisacharydowych. Zwrócono baczną uwagę na aspekty mikrobiologiczne sosów i przedysku-

towano czynniki wpływające na aktywność mikrobiologiczną w omawianych sosach. Zwrócono także uwagę na aspekty jakościowe i zdrowotne sosów, opisując możliwości ich kontroli i monitorowania. Podano także trendy badawcze oraz zasugerowano nowe możliwości rozwijania badań w omawianym zakresie.

Zjawiska zachodzące w mieszaninach skrobia – hydrokoloidy nieskrobiowe

Wang i wsp. [40] stwierdzają, że skrobia kukurydziana i guma ksantanowa przyciągają się wzajemnie, ale nie wykazują efektu synergizmu.

Mandala i Palogou [22] dowodzą, że cząsteczki amylozy w fazie ciągłej łączą się ze sobą tworząc sieć. Cały układ, tzn. sieć utworzona przez cząsteczki amylozy oraz znajdujące się między jej strukturami fragmenty granul skrobiowych tworzą żel. Guma ksantanowa przyspiesza tworzenie się żelu, a jej wpływ na reologię układu jest pośredni. Otaczając cienkim filmem powoduje ona „wyłączenie” (exclusion) granul skrobiowych, przeszkadzając w dyfuzji makrocząstek amylozy do fazy ciągłej. Jej wpływ na układ skrobi opisano jako czasowo niezależny, co miało oznaczać, że ani nie wpływała na umocnienie, ani też nie przeszkadzała w tworzeniu się sieci amylozowej. Wzmocnienie struktur żelowych w czasie 24-godzinnego badania przypisywano separacji mikrofazowej i wzrostowi stężenia w każdej wydzielonej fazie, w której interakcje makrocząstek tego samego typu są preferowane.

Mandala i Bayas [23] twierdzą, że na różnice we właściwościach reologicznych mieszanych układów wywiera wpływ temperatura i technika sporządzania próbek, jak również rozmiar makrocząstek. Dodatek gumy ksantanowej do zawiesiny skrobiowej powoduje zwiększenie pęcznienia granul w czasie ogrzewania, nawet przy względnie niskiej temp. -75°C . Wg autorów amyloza wypływa z granul w czasie ogrzewania, ale w temp. powyżej 80°C jej wypływ wydaje się być zahamowany. Guma ksantanowa koncentruje się wokół napęczniałych granul, powodując zwiększenie sił ścinających i tworząc wraz z amylozą film powlekający powierzchnię napęczniałych granul. Na skutek tego napęczniałe i uszkodzone granule nie mogą zwiększyć stężenia fazy ciągłej. Autorzy twierdzą, że granule są raczej sztywne, a cząsteczki gumy ksantanowej wpływają negatywnie na ich kohezję i całokształt połączenia z matrycą polimerową. Oprócz tego, zdaniem autorów, amyloza nie reaguje z gumą ksantanową w fazie ciągłej, a polimery tworzą wzajemnie wyłączające się fazy.

Funami i wsp. [7] objaśniają wzajemne oddziaływanie gumy guarowej na skrobię kukurydzianą konformacyjnie prostą strukturą łańcucha amylozy, biorącej udział w interakcjach z gumą gurową. Autorzy ci twierdzą również, że guma guarowa o dłuższych łańcuchach (M_w powyżej 10×10^5 g/mol) bierze udział w interakcjach z amylopektyną i tego rodzaju oddziaływania są tym mocniejsze, im dłuższy jest łańcuch gumy guarowej. Oddziaływania między gumą guarową i amylozą mogą mieć wpływ, zdaniem autorów artykułu, na wzrost temperatury początku kleikowania skrobi kukury-

dzianej, natomiast oddziaływania między gumą guarową i amylopektyną – na wzrost maksimum lepkości podczas kleikowania. Inne interakcje gumy guarowej ze skrobią, takie jak efekt zagęszczania, zwiększający efektywne stężenie systemu, wpływają także na kleikowanie skrobi. Wg tych samych autorów, guma guarowa o względnie niskiej masie cząsteczkowej promuje długoterminową retrogradację skrobi kukurydzianej [8].

Funami i wsp. [9] twierdzą, że efektywność wzrostu lepkości maksymalnej podczas kleikowania, dzięki dodatkowi galaktomannanów do układu, jest odwrotnie proporcjonalna do wielkości ich średnich mas cząsteczkowych. Największy wpływ na wzrost lepkości maksymalnej układu ma dodatek mączki chleba świętojańskiego, a najmniejszy gumy guarowej. Wg autorów, interakcje galaktomannanów z długimi zewnętrznymi łańcuchami amylopektyny podczas ogrzewania, prowadzące do wzrostu maksymalnej lepkości, mogą być spowodowane różnicą w ich strukturalnej kompatybilności. Takie wzajemne oddziaływania ograniczają ilość wydzielonej amylozy podczas kleikowania przez wzrost lepkości fazy ciągłej, ale nie prowadzą do tworzenia żelu lub uporządkowanej struktury po ochłodzeniu. Galaktomannany powodują efektywne zwiększenie stężenia amylozy w fazie ciągłej, co prowadzi do przyspieszenia krótkoterminowej retrogradacji. Zmniejszają one jednak właściwości żelujące systemu, co spowodowane jest nie tylko zmniejszeniem ilości wypływającej amylozy, ale także uporządkowaniem fazowym, pomiędzy skrobią i hydrokoloidami. Dodatek galaktomannanów przeciwdziała krystalizacji amylozy i współkrystalizacji amylozy i amylopektyny, co prowadzi do opóźnienia długoterminowej retrogradacji.

Temsiripong i wsp. [39] sugerują, że dodatek ksyloglukanu do układu skrobi poprawia stabilność mechaniczną podczas przechowywania, ale przyspiesza ponowne uporządkowanie łańcuchów skrobi, poprzez ograniczenie im ilości wody dostępnej.

Yoo i wsp. [41] tłumaczą, że mieszanina skrobi ryżowej z gumą guarową (GG) jest bardziej pseudoplastyczna, w stosunku do układu skrobia – mączka chleba świętojańskiego (MCS). Różnice wynikają ze struktury badanych galaktomannanów. Gumę guarową tworzy szkielet składający się z cząsteczek mannanu, z naprzemianległymi łańcuchami galaktozowymi, które skutecznie ograniczają tworzenie się wewnątrzcząsteczkowych wiązań wodorowych. Dzięki takiemu ułożeniu cząsteczka GG występuje w formie rozciągniętej, a to ułatwia interakcje z cząsteczkami amylozy, poprzez niekwalencyjne wiązania wodorowe. Natomiast MCS składa się z cząsteczek mannanu, tworzących łańcuch główny oraz z łańcuchów galaktozowych, przyłączonych w mniej uporządkowany sposób niż ma to miejsce w cząsteczce GG. Dodatkowo łańcuchy galaktozowe w MCS mają tendencje do łączenia się między sobą poprzez wiązania wodorowe. Utrudnia to interakcje z liniową amylozą z powodu ograniczonej liczby dostępnych grup hydroksylowych.

Właściwości sprężyste mieszanych układów zależą od temperatury przygotowania kleików. W niższej temperaturze kleikowania, większy wpływ na właściwości lepko-sprężyste mieszaniny wywierają napęczniałe granule skrobi, które wzmacniają sieć utworzoną przez gumę gellan. W wyższej temperaturze efekt ten jest mniejszy, ze względu na mniejszą objętość napęczniałych granul [25].

Chaisawang i Suphantharika [2] uważają, że guma ksantanowa owija się wokół granul skrobi, utrudniając przez to proces ich pęcznienia. W układach ze skrobią anionową guma ksantanowa opóźnia proces kleikowania. Jest to spowodowane odpychaniem się obu polisacharydów, zawierających jednakowo ujemnie naładowane cząsteczki. Guma guarowa natomiast nie owija się wokół granul skrobi, pozwalając im swobodnie kleikować.

Zdaniem Songa i wsp. [38], dodatek hydrokolidów, o niewielkim stężeniu nie wywiera wpływu na retrogradację skrobi ryżowej.

Khanna i Tester [17], objaśniając wpływ mączki konjac na właściwości skrobi, przypisali go „efektowi sekwestrującemu” (sequestering effect). Polegać on miał na otaczaniu i izolowaniu granul skrobiowych cząsteczkami hydrokoloidu, a tym samym na izolowaniu ich i ograniczaniu dostępu cząsteczek wody do granul, co miało wywierać bezpośredni wpływ na proces kleikowania. Autorzy stwierdzili także, że mączka konjac wywierała istotny wpływ na opóźnienie procesu długoterminowej retrogradacji skrobi.

Baranowska i wsp. [1] oraz Sikora i wsp. [32] stwierdzili, że kleikowanie skrobi w wodnych roztworach hydrokolidów w pierwszej kolejności wywołuje zmiany w konformacji polisacharydów, które zachodzą do momentu osiągnięcia punktu żelowania, a następnie tworzy się sieć żelowa. Przebieg kleikowania i następującego po nim żelowania uzależniony jest od dostępności cząsteczek wody. Dostępność tych cząsteczek zależy z kolei od właściwości poszczególnych hydrokolidów do ich zatrzymywania, od zmian konformacyjnych i od inhibicji żelowania, będącej wynikiem interakcji, pomiędzy hydrokolidami i granulami skrobiowymi.

Pongsawatmanit i wsp. [24] twierdzą, że dodatek sacharozy opóźnia proces żelowania mieszanych układów skrobi z hydrokoloidem, prowadząc do wzrostu maksymalnej oraz końcowej lepkości układu. Powoduje również wzrost krótkoterminowej retrogradacji oraz wzmocnienie właściwości elastycznych łańcuchów, tworzących sieć układu skrobienia tapiokowa – ksyloglukan.

Badania Kowalskiego i wsp. [19] dotyczące tworzenia się żeli w 5% (m/m) układach skrobi ziemniaczanej, tapiokowej, kukurydzianej i owsianej, z dodatkiem 0,05 i 0,2% (m/m) gum roślinnych, takich jak: arabska, carob, guarowa, karaja, ksantanowa i κ -karagen, wyjaśniają reguły kierujące właściwościami reologicznymi otrzymanych żeli. Stwierdzono, że unikanie separacji fazowej jest podstawową zasadą prowadzącą do otrzymania żeli o dużej lepkości. W tym celu reagentem skrobi anionowej (ziem-

niaczanej) powinien być niejonowy hydrokolid (guma guarowa, mączka chleba świętojańskiego), ewentualnie hydrokolid o niskiej masie cząsteczkowej i/lub wysokiej polidispersyjności (guma karaja). Skrobie niejonowe (tapiokowa, kukurydziana, owsiana) tworzą mocne żele z hydrokolidami niezależnie od tego, czy są one anionowe, czy neutralne. Stwierdzono również, że zazwyczaj gumy: arabska, ksantanowa i κ -karagen tworzą ze skrobiami słabsze żele. Amyloza i wyjątkowo duża zawartość lipidów w skrobi (np. w skrobi owsianej) wywierają także duży wpływ na właściwości żeli mieszanych. Dodatek gum roślinnych do skrobi powodował redukcję elastyczności takich żeli.

W pracy Sikory i wsp. [33] stwierdzono, że guma ksantanowa dodana do skrobi ziemniaczanej, tapiokowej, kukurydzianej i owsianej, powodowała brak dostępnych cząsteczek wody w środowisku kleikowanych granul skrobiowych, co było przyczyną zakłóceń w kleikowaniu skrobi. Brak kompatybilności termodynamicznej pomiędzy gumą ksantanową a skrobiami dodatkowo komplikował charakterystykę kleikowania, a właściwości żeli mieszanych uzależnione były od ich składu jakościowego i ilościowego.

W innej pracy [32] zauważono, że mieszaniny skrobi kukurydzianej z gumą guarową i/lub karagenem wykazywały ujemne wartości pola powierzchni histerezy, co według autorów mogło być spowodowane tworzeniem się struktur indukowanych ściśnięciem.

Podsumowanie – czynniki wpływające na właściwości mieszanin skrobia – hydrokoloidy nieskrobiowe

Na podstawie badań literaturowych można stwierdzić, że czynnikami decydującymi o właściwościach otrzymanych mieszanin skrobia z nieskrobiowymi hydrokolidami są: wzajemne proporcje hydrokolidów w mieszaninie, temperatura przygotowywania próbek, sposób przygotowywania próbek (w tym: kolejność rozpuszczania hydrokolidów, oddziaływanie mechaniczne np. prędkość obrotów mieszadła oraz czas i sposób kleikowania skrobi), dostępność cząsteczek wody w mieszanym układzie, struktura morfologiczna hydrokolidów, botaniczne pochodzenie (siła pęcznienia granul skrobiowych), elektrostatyczne oddziaływania granul skrobiowych z cząsteczkami hydrokolidów, pH środowiska, rodzaj rozpuszczalnika, wpływ dodatku soli oraz cukrów.

Z przedstawionego przeglądu wynika, że główne zjawiska tłumaczące zachowanie się hydrokolidów w wodnych mieszaninach ze skrobią to brak kompatybilności pomiędzy poszczególnymi hydrokolidami, zjawiska zachodzące na granicy faz, czyli otaczanie napęczniałych granul skrobiowych przez wielkocząsteczkowe hydrokoloidy i inhibicja dalszego pęcznienia oraz wypływanie amylozy z granul.

Literatura

- [1] Baranowska H. M., Sikora M., Kowalski S., Tomasik P.: Interactions of potato starch with selected polysaccharide hydrocolloids as measured by low-field NMR. *Food Hydrocolloid*, (praca przyjęta do druku, 2006).
- [2] Chaisawang M., Supphantharika M.: Pasting and rheological properties of native and anionic tapioca starches as modified by guar gum and xanthan gum. *Food Hydrocolloids*, 2006, **20**, 641-649.
- [3] Eidam D., Kulicke W.-M., Kuhn K., Stute R.: Formation of maize starch gels selectively regulated by the addition of hydrocolloids. *Starch*, 1995, **47**, 378-384.
- [4] Fernandes P.B., Goncalves M.P., Doublier J.L.: Influence of locust bean gum on the rheological properties of kappa-carrageenan system in the vicinity of the gel point. *Carbohydr. Polym.*, 1993, **22**, 99-106.
- [5] Fiedorowicz M., Kapuśniak J., Karolczyk-Kostuch S., Khachatryan G., Kowalski S., Para A., Sikora M., Staroszczyk H., Szymońska J., Tomasik P.: Selected novel materials from polysaccharides. *Polimery*, 2006, **51**, 7-8, 517-523.
- [6] Funami T., Kataoka Y., Omoto T., Goto Y., Asai I., Nishinari K.: Effects of non-ionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behavior of wheat starch. *Food Hydrocolloids*, 2005, **19**, 1-13.
- [7] Funami T., Kataoka Y., Omoto T., Goto Y., Asai I., Nishinari K.: Food hydrocolloids control the gelatinization and retrogradation behavior of starch. 2a. Functions of guar gums with different molecular weights on the gelatinization behavior of corn starch. *Food Hydrocolloids*, 2005, **19**, 15-24.
- [8] Funami T., Kataoka Y., Omoto T., Goto Y., Asai I., Nishinari K.: Food hydrocolloids control the gelatinization and retrogradation behavior of starch. 2b. Functions of guar gums with different molecular weights on the retrogradation behavior of corn starch. *Food Hydrocolloids*, 2005, **19**, 25-36.
- [9] Funami T., Kataoka Y., Omoto T., Goto Y., Asai I., Nishinari K.: Effects of non-ionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behavior of wheat starch. *Food Hydrocolloids*, 2005, **20**, 1-13.
- [10] Gibiński M., Kowalski S., Sady M., Krawontka J., Tomasik P., Sikora M.: Thickening of sweet and sour sauces with various polysaccharide combinations. *J. Food Eng.*, 2005, **75**, 407-414.
- [11] Gibiński M., S. Kowalski, M. Sady, M. Sikora, *Starch: Recent Achievements In Understanding of Structure and Functionality*. Chapter 16. Application of Hydrocolloids and Oat Hydrolysate in Mayonnaise Production. Nova Science Publishers, Inc., New York, Ed. by V.P.Yuryev, P.Tomasik and E.Bertoft, 2007, pp. 291-304.
- [12] Glicksman M., Sand R.E., Ali R.A., Staub H.W., Pettitt D.J., Sandford P.A.: *Food Hydrocolloids*, vol. 1. Ed. by M. Glicksman, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1982.
- [13] Glicksman M., King A.H.: *Food Hydrocolloids* vol. 2. Ed. by M. Glicksman, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1983.
- [14] Glicksman M., *Food Hydrocolloids*, vol. 3. Ed. by M. Glicksman, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1986.
- [15] Jimenez-Avalos H.A., Ramos-Ramirez E.G., Salazar-Montoya J.A.: Viscoelastic characterization of gum arabic and maize starch mixture using the Maxwell model. *Carbohydr. Polym.*, 2005, **62**, 11-18.
- [16] Kao W.T., Lin K.W.: Quality of reduced-fat frankfurter modified by konjac-starch mixed gels. *J. Food Sci.*, 2006, **71** (4), 326-332.
- [17] Khanna S., Tester R.F.: Influence of purified konjac glucomannan on the gelatinization and retrogradation properties of maize and potato starches. *Food Hydrocolloids*, 2006, **20**, 567-576.
- [18] Kim C., Lee S-P., Yoo B.: Dynamic rheology of rice starch – galactomannan mixtures in the aging process. *Starch/Stärke*, 2006, **58**, 35-43.
- [19] Kowalski S., Sikora M., Tomasik P., Krystyjan M.: Composite starch – polysaccharide hydrocolloid gels. *Polimery* (praca przyjęta do druku, 2007).
- [20] Krüger A., Ferraro C., Zartzy N.E.: Modelling corn starch swelling in batch systems: effect of sucrose and hydrocolloids. *J. Food Eng.*, 2003, **58**, 125-133.

- [21] Lai V.M.-F., Huang A.-L., Lii C.-Y.: Rheological properties and phase transition of red algal polysaccharide–starch composites. *Food Hydrocolloids*, 1999, **13**, 409–418.
- [22] Mandala I.G., Palogou E.D.: Effect of preparation conditions and starch/xanthan concentration on gelation process of potato starch system. *Inter. J. Food Prop.*, 2003, **6 (2)**, 311–328.
- [23] Mandala I.G., Bayas E.: Xanthan effect on swelling, solubility and viscosity of wheat starch dispersions. *Food Hydrocolloids*, 2004, **18**, 191–201.
- [24] Pongsawatmanit R., Temsiripong T., Suwonsichon T.: Thermal and rheological properties of tapioca starch and xyloglucan mixtures in the presence of sucrose. *Food Res. Inter.*, 2007, **40**, 239–248.
- [25] Rodriguez-Hernandez A.I., Durand S., Garnier C., Tecante A., Doublier J.L.: Rheology-structure properties of waxy maize starch–gellan mixtures. *Food Hydrocolloids*, 2006, **20**, 1223–1230.
- [26] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.: Dodatki funkcjonalne do żywności. *Agro & Food Technology*, Katowice 1993.
- [27] Shi X., BeMiller J.N.: Effects of food gums on viscosities of starch suspensions during pasting. *Carbohydr. Polym.*, **50**, 2002, 7–18.
- [28] Sikora M., Juszcak L., Sady M., Krawontka J.: Use of starch/xanthan gum combinations as thickeners of cocoa syrups. *Nahrung/Food*, 2003, **47 (2)**, 106–113.
- [29] Sikora M., Kowalski S.: Interakcje skrobi różnego pochodzenia botanicznego z hydrokoloidami polisacharydowymi. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **1 (34)** Supl., 40–55.
- [30] Sikora M., Sady M., Krawontka J., Ptaszek P., Kowalski S.: Starch: From Starch Containing Sources to Isolation of Starches and Their Applications. *Nova Science Publishers, Inc., New York*, Ed. by V.P.Yuryev, P.Tomasik and H.Ruck, 2004, pp. 125–141, 143–156.
- [31] Sikora M., Badrie N., Deisingh A. K., Kowalski S.: Sauces and Dressings: A Review of Properties and Applications. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, (praca przyjęta do druku, 2006).
- [32] Sikora M., Baranowska H. M., Kowalski S., Tomasik P.: Starch: Progress in basic and applied science. Chapter 23, *Properties of Potato Starch – Plant Gum Gels*. Polish Society of Food Technologists, Malopolska Branch, Eds. P. Tomasik, V.P.Yuriev, E. Bertoft, 2007, pp. 307–317.
- [33] Sikora M., Kowalski S., Krystyan M., Krawontka J., Sady M.: Optimization of corn starch / xanthan gum content for thickening of cocoa syrups. *J. Food Quality*. (praca przyjęta do druku, 2007).
- [34] Sikora M., Kowalski S., Tomasik P., Sady M.: Rheological and sensory properties of dessert sauces thickened by starch-xanthan gum combinations. *J. Food Eng.*, 2007, **79**, 1144–1151.
- [35] Sikora M., Kowalski S., Tomasik P.: Binary hydrocolloids from starches and xanthan gum. *Food Hydrocolloids*, (praca przyjęta do druku, 2007).
- [36] Sikora M., Kowalski S.: Starch: Recent Achievements in Understanding of Structure and Functionality. Chapter 5. *Polysaccharide – polysaccharide hydrocolloids interactions*. Nova Science Publishers, Inc., New York, Ed. by V.P.Yuryev, P.Tomasik and E.Bertoft, 2007, pp. 107–126.
- [37] Sikora M., Kowalski S., Tomasik P.: Starch: Recent Achievements in Understanding of Structure and Functionality. Chapter 15. *Interactions of Cereal Starches with Selected Polysaccharide Hydrocolloids*. Nova Science Publishers, Inc., New York, Ed. by V.P.Yuryev, P.Tomasik and E.Bertoft, 2007, pp. 277–290.
- [38] Song J.-Y., Kwon J.-Y., Choi J., Kim Y.-C., Shin M.: Pasting properties of non-waxy rice starch – hydrocolloid mixtures. *Starch/Stärke*, 2006, **58**, 223–230.
- [39] Temsiripong T., Pongsawatmanit R., Ikeda S., Nishinari K.: Influence of xyloglucan on gelatinization and retrogradation of tapioca starch. *Food Hydrocolloids*, 2005, **19**, 1054–1063.
- [40] 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.
- [41] Yoo D., Kim C., Yoo B.: Steady and dynamic shear rheology of rice starch – galactomannan mixtures. *Starch/Stärke*, 2005, **57**, 310–318.

**INTERACTIONS BETWEEN STARCH FROM DIFFERENT BOTANICAL SOURCES
AND NON-STARCHY HYDROCOLLOIDS****S u m m a r y**

The objective of this paper was to update the state of knowledge of interactions between starch and non-starchy hydrocolloids as presented in the quarterly "Żywność" (Food) 2003, 1 (34) Supl. In this paper, the issues are emphasised, which refer to the potential options offered by the analysis, and some application aspects of blended starch – hydrocolloid systems in food industry are pointed out.

Key words: starch, non-starchy hydrocolloids, interactions, rheology ☒

University of Agriculture, Cracow
Polish Food Technologists' Society – Małopolska Branch
Committee of Food Technology and Chemistry of Polish Academy of Sciences
Russian Academy of Sciences, Institute of Biochemical Physics
Division of Storage and Processing of Farming Stuff of Russian Academy
of Agricultural Sciences
All-Russia Institute of Starch Products
Association of Russian Starch and Glucose Manufactures

**XVI INTERNATIONAL STARCH CONVENTION
CRACOW-MOSCOW****Cracow, June 17-21, 2008****Kontakt:**

mgr Joanna Opalińska-Piskorz
Sekretarz XVI Międzynarodowej Konferencji Skrobiowej
Katedra Chemii, Akademia Rolnicza
31-149 Kraków, ul. Balicka 122
e-mail: joa111@wp.pl

DOROTA GAŁKOWSKA, TERESA FORTUNA

CHARAKTERYSTYKA ŻELI SPORZĄDZONYCH ZE SKROBI ZIEMNIACZANEJ Z UDZIAŁEM WYBRANYCH SACHARYDÓW

Streszczenie

W pracy analizowano teksturę żeli skrobi ziemniaczanej: naturalnej, utlenionej oraz fosforanu diskrobiowego, sporządzonych z udziałem sacharozy lub fruktozy. Żele badano metodą instrumentalnego profilowania tekstury (TPA) oraz metodą sensoryczną. Dodatkowo przeprowadzono analizę mikroskopową struktury żeli skrobiowych za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). Stwierdzono, że obecność sacharozy w żelach skrobi ziemniaczanych modyfikowanych (w ilości 1 g/1 g s.m. skrobi) wpłynęła na obniżenie wartości parametrów tekstury TPA tych żeli w porównaniu z żelami bez udziału sacharydów. Wprowadzenie fruktozy do dyspersji skrobiowych, w ilości równoważnej ilości dodanej sacharozy, skutkowało zmniejszeniem wartości parametrów tekstury żelu skrobi utlenionej oraz zmniejszeniem twardości i spójności żelu fosforanu diskrobiowego. Struktura mikroskopowa żeli zawierających dodatek sacharozy różniła się istotnie od struktury reprezentowanej przez żele sporządzone bez substancji słodzącej.

Słowa kluczowe: skrobie modyfikowane, sacharoza, fruktoza, tekstura, SEM

Wprowadzenie

Skrobie modyfikowane są stosowanymi na szeroką skalę dodatkami do żywności. Wykorzystywane są w różnych gałęziach produkcji spożywczej, nadając produktom finalnym pożądane cechy jakościowe, głównie teksturalne. Właściwości zagęszczające, żelujące czy stabilizujące skrobi modyfikowanych pozwalają na zastosowanie ich w produkcji deserów, kremów, nadzień, wsadów owocowych i innych produktów spożywczych. O przydatności skrobi decydują nie tylko jej właściwości fizykochemiczne, ale również interakcje skrobi z pozostałymi składnikami żywności. Interakcje te mogą wpływać na zmianę cech funkcjonalnych skrobi, a przez to również zmianę właściwości teksturalnych produktu gotowego.

Tekstura jest jedną z ważniejszych cech decydujących o jakości żywności i wpływających na akceptację konsumencką produktów spożywczych. Może być ona opisana parametrami mierzonymi zarówno metodami instrumentalnymi, jak i sensorycznymi. Tekstura produktu spożywczego odzwierciedla jego strukturę, właściwości reologiczne i inne właściwości fizyczne [14]. Charakterystyka tekstury żeli skrobiowych najczęściej przedstawiana jest za pomocą wartości następujących parametrów: twardości, spójności, sprężystości, adhezyjności i żujności [3, 7, 16]. Wyniki badań dotyczących wpływu dodatku sacharydów na właściwości teksturalne żeli skrobi naturalnych nie są jednoznaczne. Tamsiripong i wsp. [16] dowodzą, że obecność sacharozy przyczynia się do zwiększenia twardości i spójności żeli skrobi tapiokowej, natomiast przeciwny efekt oddziaływania sacharozy na cechy teksturalne żeli skrobi kukurydzianej wysoko amylozowej przedstawiają Edwards i wsp. [3]. Z uwagi na stosowanie naturalnych i modyfikowanych skrobi ziemniaczanych do produkcji różnego rodzaju żywności ze znacznym udziałem cukrów, np. koncentratów deserów w proszku, deserów mlecznych, czy też wsadów owocowych, celowe wydaje się poznanie wpływu sacharydów na zdolności teksturotwórcze skrobi.

Celem niniejszej pracy było zatem określenie wpływu dodatku sacharozy i fruktozy na teksturę, mikrostrukturę oraz właściwości sensoryczne żeli skrobi ziemniaczanej naturalnej i modyfikowanych.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły następujące handlowe preparaty skrobi ziemniaczanej (Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego S.A. w Luboniu): skrobia ziemniaczana naturalna (Superior Standard), skrobia utleniona (skrobia budyniowa E 1404) oraz fosforan diskrobiowy (Lubostat E 1412). Użytymi sacharydami były: sacharoza (Chempur, Piekary Śląskie) oraz fruktoza (Riedel – de Haën, Seelze, Niemcy).

Przeprowadzone badania obejmowały: instrumentalne profilowanie tekstury (TPA) żeli skrobiowych, badanie struktury żeli metodą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) oraz sensoryczną profilową analizę tekstury modelowych deserów (kisieli).

Żele skrobiowe przeznaczone do analizy TPA sporządzano w opisany poniżej sposób. Przygotowywano mieszaniny składników: naważkę skrobi mieszano z odpowiednią ilością sacharydu (sacharozy lub fruktozy) i wody destylowanej, tak by stężenie skrobi w dyspersji wynosiło 10% (m/v), natomiast stężenie sacharydu 10% (m/v) (w przypadku sacharozy) oraz 8,3% (m/v) (w przypadku fruktozy). Przyjęto następujące współczynniki słodkości sacharydów: sacharozy – 1, fruktozy – 1,2 [13]. Dyspersje skrobiowe ogrzewano w łaźni wodnej w temp. $95 \pm 1^\circ\text{C}$ przez 30 min przy ciągłym mieszaniu mechanicznym (300 obr./min). Uzyskane kleiki przenoszono do odpowied-

nich naczyń i pozostawiano w temperaturze pokojowej przez 16 h. Gotowe żele w formie walców o wymiarach 60 mm średnicy i 35 mm wysokości poddawano analizie w teksturometrze TA-XT2 (Stable Micro Systems, Wielka Brytania), polegającej na dwukrotnym ściskaniu żeli do połowy ich wysokości (próbnik SMS P/100) z szybkością 1,0 mm/s. Teksturę żeli skrobiowych scharakteryzowano poprzez wyznaczenie wartości twardości, spójności, sprężystości i adhezyjności oraz obliczenie wartości żujności (iloczyn twardości, spójności i sprężystości). Próby wykonywano w trzech powtórzeniach.

Analizie mikroskopowej poddawano próbki liofilizowanych żeli skrobiowych z dodatkiem sacharozy oraz bez dodatku sacharozy. Żele otrzymywano w sposób opisany powyżej, przy czym stężenie skrobi w poddawanych kleikowaniu dyspersjach skrobiowych wynosiło 8% (m/v), a stosunek masowy skrobi do sacharozy wynosił 1 : 1. Fotografie próbek w powiększeniu 50 razy wykonywano skaningowym mikroskopem elektronowym (SEM) typu JSM 5400 (Jeol, Japonia), po próżniowym napyleniu próbek węglem [5]. Mając na celu zobrazowanie wpływu dodatku sacharydu na formowaną strukturę żelu skrobiowego, badania mikroskopowe ograniczono do analizy układów z sacharozą.

Do sporządzenia deserów przeznaczonych do analizy sensorycznej wybrano skrobię, które znajdują zastosowanie w przemysłowej produkcji kisielek: skrobię ziemniaczaną naturalną oraz fosforan diskrobiowy. W celu nadania kisielom odpowiedniej barwy i smaku, w ich składzie uwzględniono również dodatek barwnika spożywczego oraz kwasu cytrynowego. Mieszanki składników recepturowych kisielek otrzymywano poprzez rozpuszczenie w wodzie barwnika spożywczego (żółci chinolinowej E 104), kwasu cytrynowego spożywczego oraz sacharozy lub fruktozy. Stężenie sacharydu w każdej mieszance wynosiło 12% (m/v) – w przypadku sacharozy lub 10% (m/v) – w przypadku fruktozy, natomiast stężenie kwasu cytrynowego wynosiło 0,2% (m/v). Przyjęto następujące współczynniki słodkości sacharydów: sacharozy – 1, fruktozy – 1,2 [13]. Mieszankę składników łączono z odpowiednią ilością skrobi ziemniaczanej naturalnej lub fosforanu diskrobiowego, uzyskując zawiesinę, w której stężenie skrobi wynosiło 8% (m/v). Zawiesinę gotowano w temp. $95 \pm 1^\circ\text{C}$ przez 30 s przy stałym mieszaniu, aż do całkowitego skleikowania skrobi. Otrzymany produkt, po jego ochłodzeniu do temperatury pokojowej, poddawano analizie sensorycznej z udziałem czternastoosobowego panelu sensorycznego przeszkolonego w zakresie metody sensorycznego profilowania tekstury [12].

Wyniki i dyskusja

Wartości parametrów tekstury żeli skrobiowych badanych metodą instrumentalną przedstawiono w tab. 1. W przypadku żeli niezawierających dodatku sacharydu można zauważyć, że twardość żelu fosforanu diskrobiowego przewyższała około trzykrotnie

twierdzenie że żel skrobi ziemniaczanej naturalnej, natomiast żel skrobi utlenionej okazał się około dwukrotnie twardszy od żelu skrobi ziemniaczanej naturalnej. Powyższe rezultaty, które są również zgodne z obserwacjami innych autorów [7, 8], wskazują, że jednym z efektów modyfikacji skrobi na drodze utleniania oraz sieciowania poprzez fosforylację jest nadanie skrobi właściwości tworzenia mocnych żeli.

Tabela 1

Wartości parametrów tekstury żeli skrobiowych.
Texture parameters of starch gels.

Rodzaj układu Kind of starch system	Parametr tekstury Texture parameter				
	Twardość Hardness [N]	Spójność Cohesiveness [-]	Sprężystość Springiness [-]	Adhezyjność Adhesiveness [N·s]	Żujność Chewiness [N]
SN	18,49 ± 0,108 a	0,67 ± 0,019 a	0,87 ± 0,005 a	11,00 ± 0,328 a	10,79 ± 0,205 a
SN + Sach	19,67 ± 0,517	0,65 ± 0,036 a	0,89 ± 0,008 a	12,88 ± 1,456 a	11,30 ± 0,916 a
SN + Fru	18,20 ± 0,664 a	0,63 ± 0,051 a	0,89 ± 0,016 a	11,80 ± 3,858 a	10,20 ± 1,010 a
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	0,980	—	—	—	—
SU	41,20 ± 2,333	0,87 ± 0,036	0,94 ± 0,006	8,61 ± 1,158	33,68 ± 0,826
SU + Sach	31,47 ± 2,816	0,38 ± 0,038 b	0,77 ± 0,019	1,45 ± 0,663 b	9,00 ± 0,728
SU + Fru	18,85 ± 1,522	0,38 ± 0,018 b	0,65 ± 0,044	1,40 ± 0,387 b	4,67 ± 0,938
NIR _{0,05}	4,575	0,063	0,056	1,604	1,671
SF	56,07 ± 0,339	0,85 ± 0,006 c	0,93 ± 0,008 b	15,77 ± 0,960 c	44,29 ± 0,611
SF + Sach	36,22 ± 1,527	0,62 ± 0,077	0,90 ± 0,004	0,50 ± 0,107	22,34 ± 2,452
SF + Fru	50,76 ± 0,782	0,86 ± 0,015 c	0,93 ± 0,009 b	14,95 ± 1,879 c	40,32 ± 0,345
NIR _{0,05}	2,020	0,090	0,014	1,879	2,946

Objaśnienia / Explanatory notes:

SN – żel skrobi ziemniaczanej naturalnej / potato starch gel,

SN+Sach - żel skrobi ziemniaczanej naturalnej z dodatkiem sacharozy / potato starch gel with sucrose added,

SN+Fru – żel skrobi ziemniaczanej naturalnej z dodatkiem fruktozy / potato starch gel with fructose added,

SU – żel skrobi utlenionej / oxidized starch gel,

SU+Sach – żel skrobi utlenionej z dodatkiem sacharozy / oxidized starch gel with sucrose added,

SU+Fru – żel skrobi utlenionej z dodatkiem fruktozy / oxidized starch gel with fructose added,

SF – żel fosforanu diskrobiowego / distarch phosphate gel,

SF+Sach – żel fosforanu diskrobiowego z dodatkiem sacharozy / distarch phosphate gel with sucrose added,

SF+Fru – żel fosforanu diskrobiowego z dodatkiem fruktozy / distarch phosphate gel with fructose added.

Symbole literowe przy wartościach parametrów w kolumnach oznaczają wartości nieróżniące się statystycznie istotnie przy $\alpha = 0,05$ / Letter signs by the parameter values in the columns mean values, which do not differ significantly at $\alpha = 0,05$.

Żele skrobi modyfikowanych charakteryzowały się wyższymi wartościami spójności niż żel skrobi naturalnej. Omawiany parametr jest miarą stopnia trudności zniszczenia.

czenia początkowej struktury żelu [2, 15]. Można zatem stwierdzić, że skrobie modyfikowane tworzyły żele bardziej zwarte niż skrobia ziemniaczana niemodyfikowana. Podobnie, jak w przypadku spójności, wartości sprężystości żeli skrobi utlenionej oraz fosforanu diskrobiowego nie różniły się statystycznie istotnie i przewyższały wartość sprężystości skrobi ziemniaczanej naturalnej (tab. 1). Sprężystość danego materiału reprezentowana jest przez szybkość, z jaką zdeformowany materiał powraca do pierwotnej postaci po usunięciu siły deformującej [14, 15]. Zdaniem Karam i wsp. [6], o sprężystości żeli skrobiowych decydują interakcje pomiędzy spęczniałymi ziarnami skrobi a ciągłą fazą tworzoną przez cząsteczki rozpuszczonej amylozy.

W przypadku adhezyjności, parametru charakteryzującego właściwości powierzchniowe produktu, największą jej wartością odznaczał się żel fosforanu diskrobiowego, a najmniejszą – żel skrobi utlenionej (tab. 1). Według danych literaturowych [6, 11], adhezyjność żeli skrobiowych związana jest z budową polimerów skrobiowych, tj. wraz ze zmniejszaniem się masy cząsteczkowej amylozy lub zmniejszaniem się ilości rozgałęzień w amylopektynie następuje zwiększenie sił adhezji tworzonego żelu. Jednak z uwagi na fakt, że w przypadku skrobi utlenionej można by się spodziewać częściowej depolimeryzacji łańcuchów amylozy [17] i w konsekwencji, zgodnie z powyższą zależnością, zwiększonych wartości adhezyjności tworzonego żelu, w niniejszej pracy bardziej prawdopodobny wydaje się wpływ obecności grup karboksylowych oraz fosforanowych, odpowiednio w skrobi utlenionej i fosforanie diskrobiowym, na kształtowanie cech tekstury żeli powyższych skrobi. Zdaniem Adhikari i wsp. [1] adhezyjność żelu skrobiowego zależy również od istniejących w nim sił spójności i przylegania, jak też od jego właściwości lepkich lub lepkosprężystych. Analizując wartości parametrów tekstury żelu fosforanu diskrobiowego (tab. 1) warto zauważyć, że przy stosunkowo dużej wartości adhezyjności tego żelu, odznaczał się on względnie dużą twardością.

Wartość żujności badanych żeli skrobiowych bez dodatku sacharydu wzrastała w następującej kolejności: żel skrobi ziemniaczanej naturalnej, żel skrobi utlenionej, żel fosforanu diskrobiowego (tab. 1). Mniejsze różnice wartości parametrów tekstury pomiędzy skrobią ziemniaczaną niemodyfikowaną, a pozostałymi skrobiami stwierdzono w odniesieniu do spójności oraz sprężystości, można więc uznać, że większy udział w kształtowaniu wartości żujności żeli miała twardość.

Zróznicowanie wartości parametrów tekstury badanych żeli skrobiowych niezawierających dodatku sacharydu wskazuje, że cechy teksturalne żeli determinowane są strukturą skrobi, która z kolei wpływa na jej właściwości fizykochemiczne. Zgodnie z Morris [10] i Fannon i BeMiller [4], głównymi czynnikami wpływającymi na właściwości funkcjonalne skrobi w postaci skleikowanej są: struktura fazy ciągłej tworzonej przez amylozę dyfundującą z ziaren skrobiowych podczas kleikowania, objętość pozostających ziaren skrobiowych, jak również ich interakcje.

Właściwości teksturalne żeli otrzymanych ze skrobi naturalnej i sacharozy lub fruktozy nie uległy istotnym zmianom w stosunku do właściwości żelu tej skrobi niezawierającego dodatku sacharydu. Jedynie w przypadku dodania sacharozy stwierdzono zwiększenie twardości żelu (tab. 1). Podobne wyniki uzyskali Edwards i wsp. [3] w badaniach twardości żelu skrobi kukurydzianej wysoko amylozowej z dodatkiem sacharozy.

Obecność sacharydów w żelach skrobi modyfikowanych wpłynęła na obniżenie wartości parametrów tekstury tych żeli w stosunku do wartości odpowiednich parametrów żeli niezawierających dodatku sacharydu. Wielkość zaistniałych zmian uwarunkowana była zarówno rodzajem skrobi, jak również rodzajem zastosowanego sacharydu. Żele skrobi utlenionej z dodatkiem fruktozy odznaczały się mniejszą twardością niż żele tej skrobi zawierające sacharozę. Z uwagi na to, że formowanie żelu jest związane głównie ze stężeniem amylozy oraz stopniem pęcznienia ziaren skrobiowych [9], powyższe obserwacje mogą wskazywać na mniejszy stopień pęcznienia ziaren skrobiowych w obecności fruktozy aniżeli sacharozy.

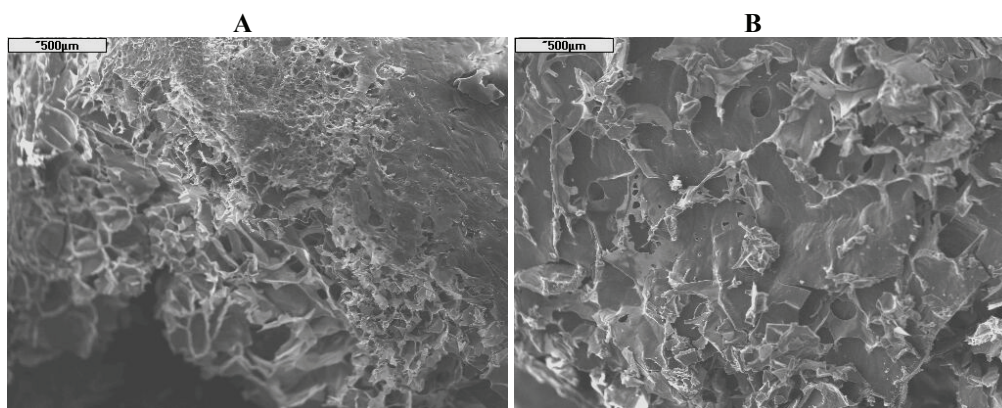
Twardość żelu skrobi utlenionej z sacharozą przewyższała twardość żelu skrobi ziemniaczanej naturalnej z tym sacharydem (tab. 1). Zależność taką stwierdzono również w pracy Lewandowicz i wsp. [7] dotyczącej analizy cech teksturalnych budyni i galaretek sporządzonych na bazie powyższych skrobi.

Wartość spójności, sprężystości, adhezyjności oraz żujności żeli skrobi utlenionej z sacharydami uległy zmniejszeniu w stosunku do wartości uzyskanych w żelu sporządzonym bez udziału substancji słodzącej, przy czym w przypadku spójności i adhezyjności różnice w oddziaływaniu sacharozy oraz fruktozy okazały się nieistotne statystycznie (tab. 1). W odniesieniu do sprężystości oraz żujności obecność fruktozy, wprowadzonej w mniejszej ilości niż ilość sacharozy, przyczyniła się do większych zmian wymienionych parametrów żeli skrobi utlenionej (tab. 1). Mniejsza sprężystość żeli z udziałem fruktozy niż żeli z dodatkiem sacharozy może być wynikiem wolniejszego formowania agregatów polimerów skrobi w obecności fruktozy, prowadzącego do tworzenia obszarów bardziej lepkich i charakteryzujących się mniejszą sprężystością.

Z porównania wartości parametrów tekstury żeli fosforanu diskrobiowego (tab. 1) wynika, że sacharydem wywołującym większe zmiany wartości cech teksturalnych żeli tej skrobi okazała się sacharoza. Warto zwrócić uwagę, że z wyjątkiem twardości oraz adhezyjności, zmiany wartości pozostałych parametrów wywołane dodatkiem sacharozy do układów fosforanu diskrobiowego okazały się mniejsze niż w przypadku skrobi utlenionej. Można sądzić, że obecność sacharozy w dyspersji fosforanu diskrobiowego przyczyniła się do formowania przez amylozę sieci o mniejszej sile, co w konsekwencji doprowadziło do tworzenia mniej twardego żelu charakteryzującego się luźniejszą strukturą, w porównaniu z pozostałymi żelami tej skrobi. Prawdopodobną przyczyną

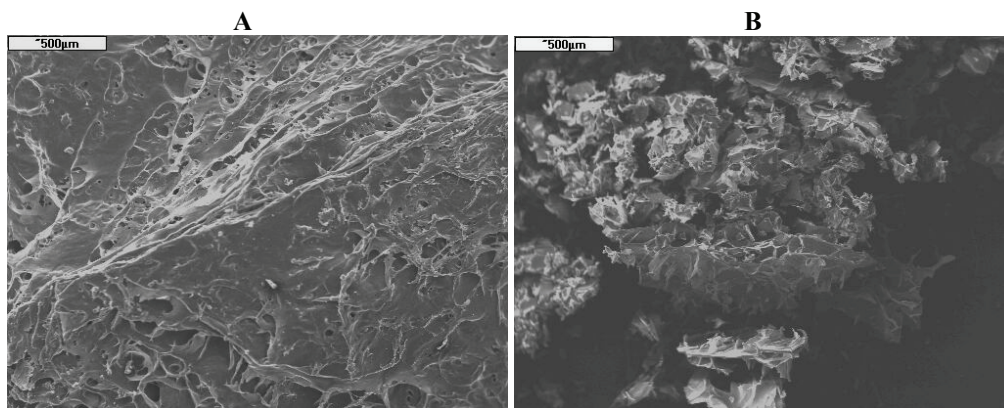
stosunkowo małej twardości żelu fosforanu diskrobiowego z sacharozą mógł być również większy stopień zniszczenia struktury ziaren skrobiowych podczas ich kleikowania w obecności sacharozy niż w przypadku kleikowania w samej wodzie [6]. Stosunkowo małej wartości twardości żelu fosforanu diskrobiowego z sacharozą, względem pozostałych żeli tej skrobi, towarzyszyła jednak mała adhezyjność (tab. 1), co mogło mieć związek z mniejszą spójnością omawianego żelu.

Na fot. 1–3 przedstawiono obrazy mikroskopowe (SEM) żeli skrobiowych z dodatkiem i bez dodatku sacharozy. Powyższe obrazy odzwierciedlają strukturę żeli skrobiowych poddanych liofilizacji, zatem niekoniecznie przedstawiają budowę strukturalną żeli sprzed procesu liofilizacji. Analizowane preparaty skrobiowe tworzyły żele o zróżnicowanej strukturze, która uległa modyfikacji w obecności sacharydu. Żel skrobi ziemniaczanej naturalnej charakteryzował się niejednorodną i nieciągłą strukturą, w której dominowały dość nieregularne formy płatkowate (fot. 1A). Dodatek sacharozy do powyższej skrobi wpłynął na formowanie znacznie mniej porowatej mikrostruktury żelu (fot. 1B). Skrobie modyfikowane charakteryzowały się odmienną strukturą tworzonych żeli niż żel skrobi niemodyfikowanej. Budowa mikroskopowa żeli skrobi utlenionej i fosforanu diskrobiowego (fot. 2A, 3A) okazała się bardziej jednorodna, porowata i ciągła w porównaniu z żelem skrobi naturalnej. Wprowadzenie sacharozy do dyspersji skrobi utlenionej skutkowało zmianą struktury formowanego żelu z porowatej i ciągłej (fot. 2A) na płatkowatą i mniej ciągłą (fot. 2B). Żel fosforanu diskrobiowego z dodatkiem sacharozy charakteryzował się strukturą nieporowatą i dającą wrażenie bardzo zwężłej (fot. 3B).



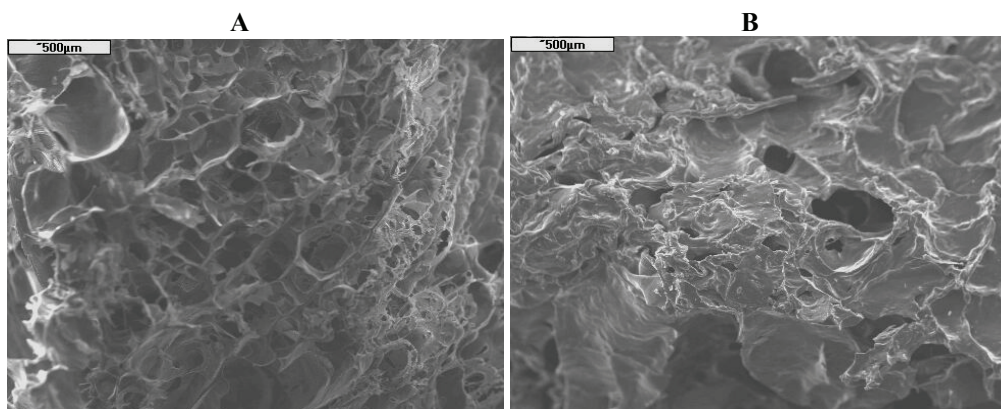
Fot. 1. Fotografie SEM żeli uzyskanych ze skrobi ziemniaczanej naturalnej: (A) bez dodatku sacharozy, (B) z dodatkiem sacharozy.

Photo 1. SEM micrographs of gels produced from native potato starch: (A) without sucrose, (B) with sucrose added.



Fot. 2. Fotografie SEM żeli uzyskanych ze skrobi utlenionej: (A) bez dodatku sacharozy, (B) z dodatkiem sacharozy.

Photo 2. SEM micrographs of gels produced from oxidized starch: (A) without sucrose, (B) with sucrose added.



Fot. 3. Fotografie SEM żeli uzyskanych z fosforanu diskrobiowego: (A) bez dodatku sacharozy, (B) z dodatkiem sacharozy.

Photo 3. SEM micrographs of gels produced from distarch phosphate: (A) without sucrose, (B) with sucrose added.

Wyniki analizy sensorycznej kisieli wykazały, że czynnikiem wpływającym na charakterystykę kisieli pod względem twardości i spójności był rodzaj użytej skrobi, natomiast rodzaj zastosowanego sacharydu nie wpłynął istotnie na zróżnicowanie deserów sporządzonych z tej samej skrobi (tab. 2). Kisiele otrzymane z fosforanu diskrobiowego charakteryzowały się bardziej miękką i delikatną oraz mniej zwięzłą strukturą niż kisiele wykonane na bazie skrobi naturalnej. Lepkość kisieli sporządzonych ze skrobi modyfikowanej, zwłaszcza tych słodzonych sacharozą, okazała się mniejsza niż

Tabela 2

Wyniki sensorycznego profilowania tekstury modelowych deserów.
Results of profiling the sensory texture of model desserts.

Parametr tekstury Texture parameter	Rodzaj układu Kind of starch system			
	SN+Sach	SN+Fru	SF+Sach	SF+Fru
Procent odpowiedzi [%] Per cent of responses [%]				
Twardość: / Hardness:				
miękki / soft	0	14	79	79
jedry / firm	86	86	21	21
twardy / hard	14	0	0	0
Spójność: / Cohesiveness:				
niska / low	0	0	57	64
umiarkowana / moderate	43	64	43	36
wysoka / high	57	36	0	0
Lepkość: / Viscosity:				
wodnisty / watery	0	0	0	0
rzadki / thin	0	0	43	50
lepki / viscous	36	50	36	36
gęsty / thick	64	50	21	14
Sprężystość: / Springiness:				
plastyczny / plastic	0	0	50	57
lekko ciągliwy / a little ductile	0	14	21	14
ciągliwy / ductile	29	36	29	29
bardzo ciągliwy / very ductile	21	29	0	0
sprężysty / elastic	50	21	0	0
Adhezyjność: / Adhesiveness:				
niska / low	43	36	43	43
umiarkowana / moderate	57	57	50	57
wysoka / high	0	7	7	0

Objaśnienia: / Explanatory notes:

SN+Sach – deser sporządzony ze skrobi ziemniaczanej naturalnej słodzony sacharozą / sucrose-sweetened dessert produced of native potato starch;

SN+Fru – deser sporządzony ze skrobi ziemniaczanej naturalnej słodzony fruktozą / fructose-sweetened dessert produced of native potato starch;

SF+Sach – deser sporządzony z fosforanu diskrobiowego słodzony sacharozą / sucrose-sweetened dessert produced of distarch phosphate;

SF+Fru – deser sporządzony z fosforanu diskrobiowego słodzony fruktozą / fructose-sweetened dessert produced of distarch phosphate.

lepkość kisieli ze skrobi naturalnej. Porównywane desery różniły się również pod względem sprężystości: strukturę kisieli przygotowywanych ze skrobi naturalnej, szczególnie tych zawierających sacharozę, postrzegano jako ciągliwą i sprężystą, natomiast kisiele na bazie fosforanu diskrobiowego przejawiały cechy plastyczne.

Wszystkie kisiele odznaczały się podobnym stopniem adhezyjności określonej względem podniebienia. Rodzaj skrobi użytej w danym deserze oddziaływał na percepcję smaku słodkiego: zastąpienie sacharozy fruktozą nie spowodowało zmiany odczuwanej intensywności słodkości kisielu otrzymanego ze skrobi naturalnej, natomiast w deserach na bazie skrobi modyfikowanej wrażenie słodkości wywoływane przez fruktozę było słabsze niż w przypadku sacharozy. Stwierdzono również, że w przypadku deserów słodzonych fruktozą rodzaj użytej skrobi miał wpływ na intensywność odczuwanego wrażenia smaku kwaśnego.

Wnioski

1. Żele skrobi modyfikowanych otrzymanych z udziałem sacharozy lub fruktozy odznaczały się mniejszymi lub niezmiennymi wartościami parametrów tekstury w stosunku do wartości odpowiednich parametrów charakteryzujących żele bez dodatku substancji słodzącej. Sacharydem wywołującym większe zmiany wartości cech teksturalnych żeli skrobi utlenionej była fruktoza, a w przypadku żeli fosforanu diskrobiowego – sacharoza.
2. Struktura mikroskopowa żeli skrobiowych sporządzonych z dodatkiem sacharozy różniła się istotnie od struktury reprezentowanej przez żele niezawierające cukru – okazała się mniej porowata i bardziej zwięzła.
3. Interakcje zachodzące pomiędzy skrobiami modyfikowanymi a sacharydami wpłynęły na atrakcyjność sensoryczną (konsystencję i smakowitość) wytworzonych z ich udziałem deserów.

Badania wykonano w ramach grantu nr 2P06T 00429.

Literatura


- [1] Adhikari B., Howes T., Bhandari B.R., Truong V.: Stickiness in foods: mechanisms and test methods – a review. *Int. J. Food Prop.*, 2001, **4**, 1-33.
- [2] Choi S.G., Kerr W.L.: Water mobility and structural properties of native and hydroxypropylated wheat starch gels. *Carboh. Polym.*, 2003, **51**, 1-8.
- [3] Edwards R.H., Berrios J.D.J., Mossman A.P., Takeoka G.R., Wood D.F., Mackey B.E.: Texture of jet cooked, high amylose corn starch-sucrose gels. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1998, **31**, 432-438.
- [4] Fannon J.E., BeMiller J.N.: Structure of corn starch paste and granule remnants revealed by low-temperature scanning electron microscopy after cryopreparation. *Cereal Chem.*, 1992, **4 (69)**, 456-460.
- [5] Fornal J.: Influence of hydrothermal treatment on the starch of corn grain. *Acta Alim. Polonica.*, 1985, **11**, 141-151.

- [6] Karam L.B., Grossmann M.V.E., Silva R.S.S.F., Ferrero C., Zaritzky N.E.: Gel textural characteristics of corn, cassava and yam starch blends: a mixture surface response methodology approach. *Starch/Stärke*, 2005, **57**, 62-70.
- [7] Lewandowicz G., Wronkowska M., Sadowska J., Soral-Śmietana M., Błaszczak W., Walkowski A.: Influence of potato starch oxidation on texture and rheological behaviour of some sweet desserts. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53**, 31-36.
- [8] Liu H., Ramsden L., Corke H.: Physical properties of cross-linked and acetylated normal and waxy rice starch. *Starch/Stärke*, 1999, **51**, 249-252.
- [9] Mandala I.G., Palogou E.D., Kostaropoulos A.E.: Influence of preparation and storage condition on texture of xantan-starch mixtures. *J. Food Eng.*, 2002, **53**, 27-38.
- [10] Morris V.J.: Starch gelation and retrogradation. *Trends Food Sci. Tech.*, 1990, **1 (2)**, 2-6.
- [11] Mua J.P., Jackson D.S.: Retrogradation and gel textural attributes of corn starch amylose and amylopectin fractions. *J. Cereal Sci.*, 1998, **2 (27)**, 157-166.
- [12] PN-ISO 11036:1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.
- [13] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.: Kompendium dodatków do żywności. Wyd. Hortimex, Konin 2003.
- [14] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. *Przem. Spoż.*, 2002, **10**, 12-17.
- [15] Szcześniak A.S.: Texture measurement. *Food Technol.*, 1966, **20 (50)**, 55-58.
- [16] Temsiripong T., Ikeda S., Pongsawatmanit R.: Effect of sucrose and xyloglucan on gelatinization of tapioca starch and texture profile of its gels. Proc. Institute of Food Technology (IFT) Annual Meeting, New Orleans, Louisiana, 15-20 July 2005.
- [17] Zhu Q., Bertoft E.: Enzymic analysis of the structure of oxidized potato starches. *Biol. Macromol.*, 1997, **21**, 131-135.

THE CHARACTERISTICS OF GELS MADE UP OF POTATO STARCH WITH SOME SELECTED SACCHARIDES ADDED

S u m m a r y

In this paper, a texture analysis was performed of potato starch gels: native, oxidized, and distarch phosphate produced with sucrose or fructose added. The gels were investigated using a texture profile analysis (TPA) and a sensory method. Additionally, a microscopic analysis of the structure of starch gels was performed using a scanning electron microscope (SEM). It was found that the presence of sucrose in the modified potato starch gels (amounting to 1 g/ 1 g starch d.b.) caused the values of texture parameters (TPA) of these gels to decrease comparing to the gels without saccharides. By adding fructose to starch dispersions, its amount being equivalent to the amount of sucrose added, caused the values of texture parameters of the oxidized starch gel to decrease, as well as the hardness and cohesiveness of the distarch phosphate gels to drop. The microscopic structure of starch gels containing sucrose differed significantly from the structure represented by the gels produced without sugar.

Key words: modified starches, sucrose, fructose, texture, SEM 

ZBIGNIEW RZEDZICKI, ANNA WIRKIJOWSKA

CHARAKTERYSTYKA SKŁADU CHEMICZNEGO PRZETWORÓW JĘCZMIENNYCH ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM SKŁADU FRAKCYJNEGO BŁONNIKA POKARMOWEGO

Streszczenie

Badaniom poddano jęczmienne produkty spożywcze: trzy sortymenty płatków jęczmiennych błyskawicznych, cztery sortymenty kaszy jęczmiennej perłowej i dwa sortymenty pęczaku jęczmiennego obtaczanego. Jako materiał porównawczy zastosowano płatki owsiane zwykłe oraz płatki kukurydziane. Oznaczano: zawartość wody, popiół surowy, białko, tłuszcz, włókno surowe, skład frakcyjny błonnika pokarmowego metodą detergentową (NDF, ADF, CEL, HCEL, ADL) oraz metodą enzymatyczną (TDF, IDF, SDF). Badane produkty charakteryzowała umiarkowana zawartość białka (8,76–12%), duża zawartość błonnika pokarmowego (12,53–16,57%) oraz mała rozpuszczalność suchej masy, kształtująca się na poziomie 4,34–5,83%. Takie produkty zbożowe spełniają kryteria najnowszych zaleceń żywieniowych i mogą być kwalifikowane do podstawy harwardzkiej piramidy żywienia.

Słowa kluczowe: przetwory jęczmienne, zboża śniadaniowe, błonnik pokarmowy

Wprowadzenie

W profilaktyce chorób cywilizacyjnych zwraca się szczególną uwagę na zawartość w produktach spożywczych błonnika pokarmowego, w szczególności jego frakcji rozpuszczalnej. Błonnik rozpuszczalny, a szczególnie (1→3) (1→4) β-D glukany, mają zdolność obniżania poziomu cholesterolu LDL i VLDL i równocześnie poprawiają proporcje pomiędzy pożądaną frakcją HDL a LDL i VLDL. Spowalniają one także hydrolizę i wchłanianie składników odżywczych [7, 8]. nierozpuszczalna frakcja błonnika pobudza perystaltykę i przyspiesza przemieszczanie treści jelitowej [2]. Spożywanie w odpowiedniej ilości żywności nisko przetworzonej, bogatej w błonnik pokarmowy, powinno być podstawowym elementem profilaktyki i zwalczania chorób cywilizacyjnych m.in. cukrzycy, otyłości, chorób układu krążenia, nowotworów itp. [10]. W procesach przetwórczych ziarno zbóż traci znaczne ilości frakcji bogatych

Prof. dr hab. inż. Z. Rzedzicki, mgr A. Wirkijowska, Zakład Inżynierii i Technologii Zbóż, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Akademia Rolnicza w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin

w ten składnik. W kolejnych operacjach technologicznych frakcje błonnika ulegają dalszym niekorzystnym zmianom ilościowym i jakościowym [9, 11]. Na rynek konsumenta trafiają więc produkty o małej zawartości błonnika i o niekorzystnym składzie frakcyjnym [13, 14].

Celem niniejszej pracy było określenie składu chemicznego podstawowych sortymentów spożywczych produktów jęczmiennych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego.

Material i metody badań

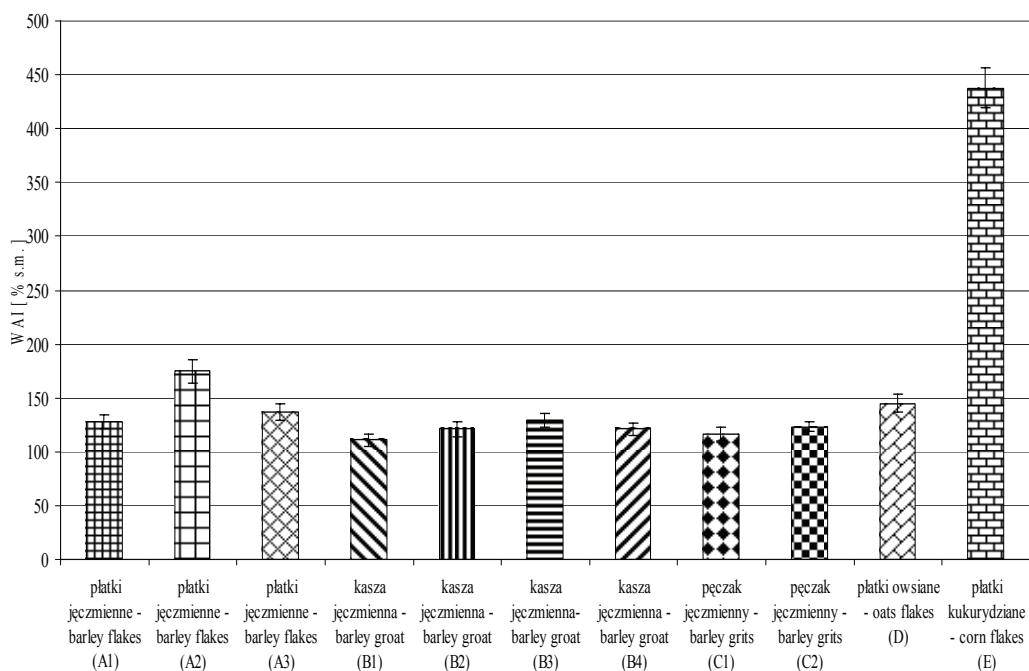
Badaniom poddano dziewięć wybranych sortymentów przetworów jęczmiennych powszechnie dostępnych w lubelskiej sieci detalicznej: trzy sortymenty płatków jęczmiennych błyskawicznych (A1, A2, A3), cztery sortymenty kaszy jęczmiennej perłowej (B1, B2, B3, B4) i dwa sortymenty pęczaku jęczmiennego obtaczanego (C1, C2). Jako produkty porównawcze przyjęto płatki owsiane zwykłe (D) oraz płatki kukurydziane (E). Z każdego sortymentu, w trzech różnych sklepach, wybrano losowo po trzy opakowania, z których przygotowano do badań próbę średnią. W badanych próbach oznaczano zawartość: wody metodą suszarkową (AACC, Method 44-15A), azotu ogólnego metodą Kjeldahla (AACC, Method 46-06), stosując przelicznik 5,70 do obliczenia zawartości białka, tłuszczu surowego metodą Soxhleta (AACC, Method 30-10), włókna surowego metodą weendejską (AACC, Method 32-10) oraz związków mineralnych w postaci popiołu (AACC, Method 08-01). Wszystkie metody AACC i AOAC zaczerpnięto z Approved Methods of AACC [1]. Skład frakcyjny błonnika pokarmowego oznaczano metodą detergentową (Van Soest) [15, 16] tj.: włókno neutralno-detergentowe (NDF), włókno kwaśno-detergentowe (ADF), celulozę (CEL), hemicelulozę (HCEL) i ligninę kwaśno-detergentową (ADL). Oznaczano także zawartość i skład frakcyjny błonnika pokarmowego metodą enzymatyczną (AOAC, Method 991.43; AACC, Method 32-07; AACC, Method 32-21; AOAC, Method 985.29; AACC, Method 32-05), stosując enzymy i procedury metodyczne firmy Megazyme. Oznaczano błonnik całkowity (TDF), nierozpuszczalny (IDF) i rozpuszczalny (SDF) [1]. Próby poddano również badaniom właściwości fizycznych: wodochłonności metodą wirówkową (WAI) oraz rozpuszczalności suchej masy (WSI) według metody (AACC, Method 56-20) [1] w modyfikacji [12]. Analizy chemiczne wykonywano w trzech powtórzeniach, oznaczenia WSI i WAI w pięciu powtórzeniach. Obliczano wartość średnią, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności. Jeżeli współczynnik zmienności przekraczał wyznaczone doświadczalnie granice błędów danej metody, analizy wykonywano ponownie aż do uzyskania właściwego rozrzutu wyników. Poprawność oznaczeń błonnika pokarmowego metodą enzymatyczną weryfikowano za pomocą „Zestawu kontrolnego TDF” firmy Megazyme. Dodatkowo do każdej serii

oznaczeń wprowadzono przygotowywane we własnym zakresie próby kontrolne z kazeiny i skrobi.

Wyniki i dyskusja

Badane produkty jęczmienne charakteryzowały się zróżnicowanymi wartościami WSI i WAI oraz zróżnicowanym składem chemicznym. Wodochłonność produktów (WAI) zmieniała się od 110,7% (kasza jęczmienna B1) do 174,6% (płatki jęczmienne A2) (rys. 1).

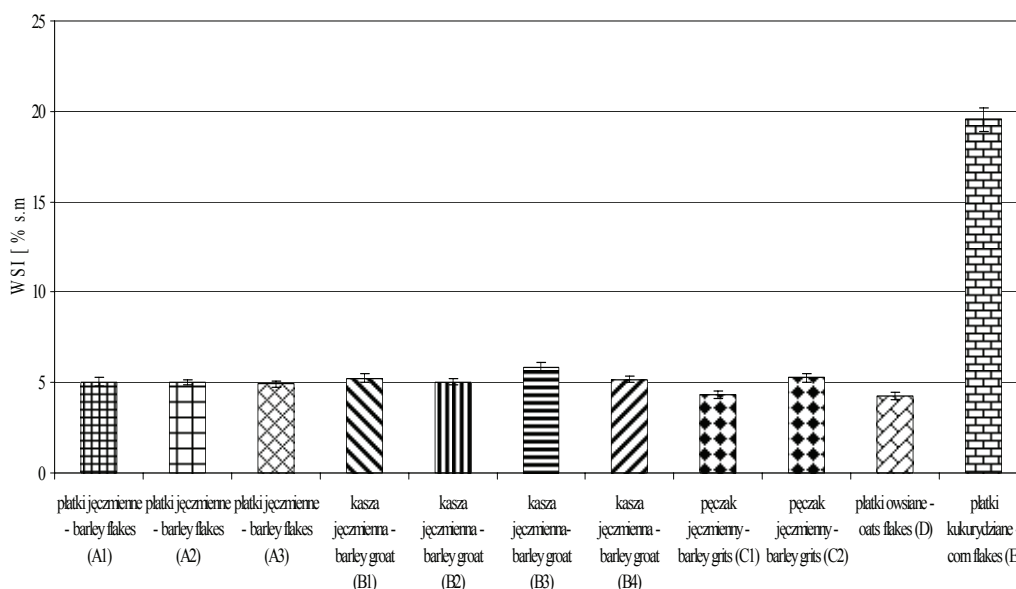
Stosunkowo niskie wartości WAI wynikają z braku intensywnej obróbki termicznej badanych przetworów. Badane produkty jęczmienne należy więc zaliczyć do tak zwanych „hot meals” wymagających każdorazowo gotowania przed spożyciem. Takie produkty uzyskują bowiem pełną wodochłonność dopiero po skleikowaniu skrobi i denaturacji białka.



Rys. 1. Wodochłonność (WAI) badanych przetworów jęczmiennych oraz płatków owsianych i kukurydzianych [% s.m.].

Fig. 1. Water absorption index (WAI) of the barley food products, porridge oats and corn flakes analyzed [% d.m.].

W produktach wysoko przetworzonych zmianom wodochłonności towarzyszą zawsze zmiany rozpuszczalności suchej masy (WSI). Te cechy produktów są ze sobą ściśle powiązane, dlatego produkty o wyższej wodochłonności charakteryzują się niższą rozpuszczalnością suchej masy i odwrotnie [13, 14]. W badanych przetworach jęczmiennych takich prawidłowości nie odnotowano (rys. 2). Udział rozpuszczalnych składników w suchej masie (WSI) jest zawsze miarą intensywności obróbki termicznej lub termoplastycznej oraz odzwierciedla poziom degradacji polimerów (skrobi, błonika) i przechodzenia ich w formy rozpuszczalne w wodzie. W badanych produktach jęczmiennych współczynnik rozpuszczalności suchej masy zawierał się w dość wąskich granicach od 4,34% (pęczak jęczmienny C1) do 5,83% (kasza jęczmienna B3). Przetwory nie wykazywały wysokiego WSI, co świadczy, że są produktami mało zdegradowanymi w czasie obróbki technologicznej. Takie produkty z pewnością będą podlegały powolnemu trawieniu, powolnemu wchłanianiu w organizmie i powinny gwarantować łagodny wzrost poposiłkowego stężenia glukozy we krwi. Podobne zakresy wartości WSI uzyskano w przypadku badanych przetworów owsianych (4,25%). Z wynikami WSI przetworów jęczmiennych kontrastuje rozpuszczalność suchej masy płatków kukurydzianych osiągająca poziom 19,6%. W wielu wysoko przetworzonych produktach zbożowych do bezpośredniego spożycia udział rozpuszczalnych składników w suchej masie wynosił nawet powyżej 50% [13, 14].

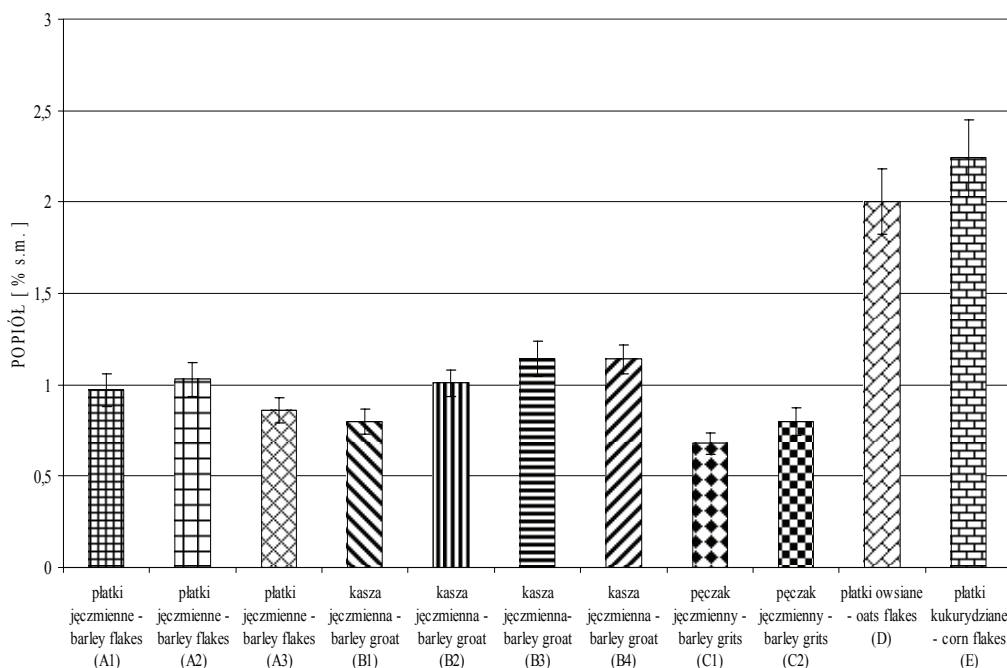


Rys. 2. Rozpuszczalność suchej masy (WSI) badanych przetworów jęczmiennych oraz płatków owsianych i kukurydzianych [% s.m.].

Fig. 2. Solubility index (WSI) of the dry mass of barley food products, porridge oats, and corn flakes analyzed [% d.m.].

W każdym z analizowanych produktów stwierdzono małą zawartość związków mineralnych. Wynosiła ona od 0,68% (pęczak jęczmienny C1) do 1,14% (kasze jęczmienne B3 i B4) (rys. 3). Świadczy to o prawidłowo przeprowadzonym procesie czyszczenia ziarna, szczególnie czyszczenia białego, intensywności procesu łuszczenia oraz stopniu usunięcia okrywy owocowo-nasiennej.

Z wynikami popiołowości przetworów jęczmiennych kontrastuje zawartość związków mineralnych w płatkach owsianych i kukurydzianych.



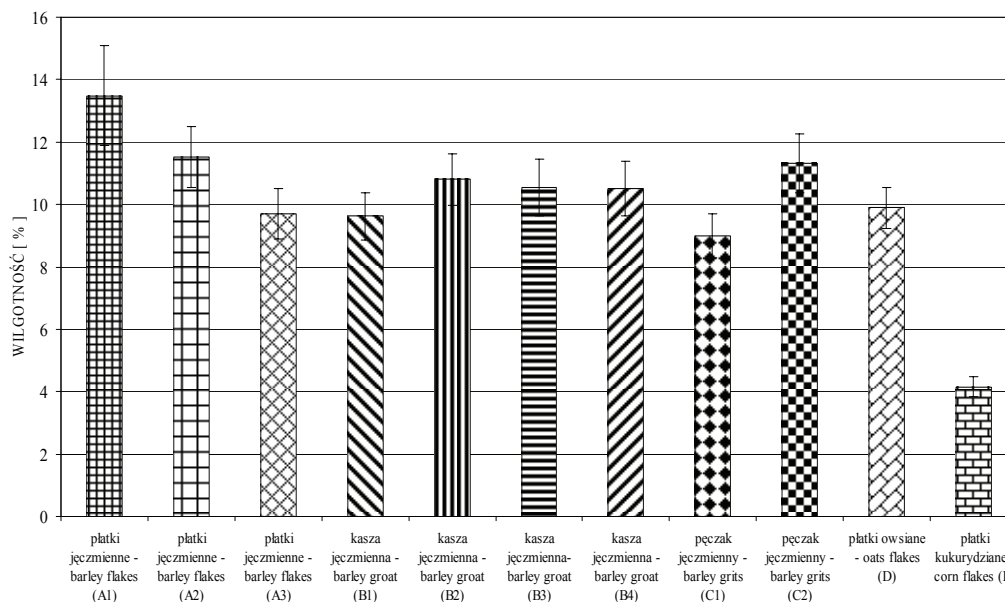
Rys. 3. Zawartość popiołu surowego w badanych przetworach jęczmiennych oraz w płatkach owsianych i kukurydzianych [% s.m.].

Fig. 3. The content of raw ash in the barley food products, porridge oats and corn flakes analyzed [% d.m.].

W przypadku płatków owsianych wyniki te są w pełni uzasadnione, bowiem w czasie łuszczenia owsa usuwane są tylko plewki, pozostaje natomiast okrywa nasienna. Tak wysoka zawartość związków mineralnych w płatkach kukurydzianych wynika prawdopodobnie z dodatku soli do kaszki w czasie ekstruzji (do kaszki kukurydzianej dodaje się 1–1,5% soli).

Zawartość wody w badanych produktach oznaczano bezpośrednio po otwarciu opakowań. Wynosiła ona odpowiednio: płatki jęczmienne od 9,7 (A3) do 13,49% (A1), kasze jęczmienne od 9,62 (B1) do 10,80% (B2), pęczaki od 8,98 (C1) do 11,32% (C2) (rys. 4). Uzyskane wartości są nieznacznie wyższe od publikowanych przez Ku-

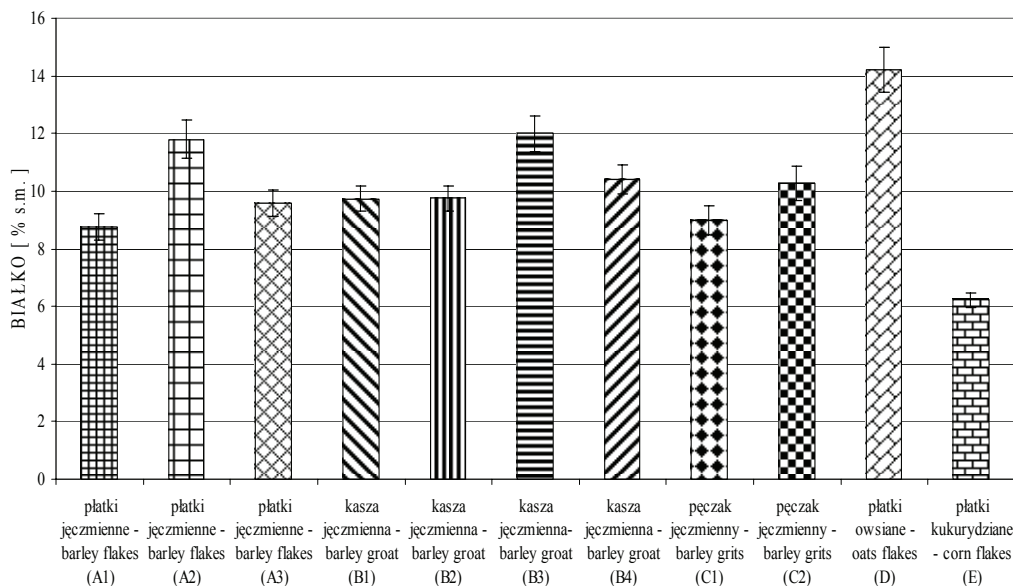
nachowicz i wsp. [5], według których zawartość wody wynosi: w płatkach 9,8%, w kaszy, 6,9% i w pęczaku 8,4%.



Rys. 4. Wilgotność badanych przetworów jęczmiennych oraz płatków owsianych i kukurydzianych [%].
Fig. 4. The moisture content of the investigated barley products, porridge oats, and corn flakes analyzed[%].

Badane sortymenty charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością białka w suchej masie, od 8,76% w płatkach jęczmiennych – A1 do 12% w kaszy jęczmiennej – B3 (rys. 5). Zróżnicowanie to może wynikać ze zmienności odmianowej surowca jęczmiennego. Może ono być także rezultatem zróżnicowanej intensywności procesu łuszczenia ziarniaków.

Sortymenty jęczmienne charakteryzowały się małą zawartością tłuszczu w granicach od 1,14% w kaszy jęczmiennej - B1 do 1,86% w płatkach jęczmiennych – A2 (rys. 6.). Kunachowicz i wsp. [5] oraz Elmadfa i wsp. [6] odnotowali wyższe zawartości tłuszczu w produktach jęczmiennych; w płatkach 3,6%, a w kaszy jęczmiennej 2,2%. Liczne badania dowodzą, że tłuszcz jęczmienny jest bardzo wartościowy, bowiem zawiera cenne nienasycone kwasy tłuszczowe, takie jak kwas linolowy, palmitynowy i oleinowy [3, 4]. Zawartość tłuszczu w przetworach jęczmiennych wydaje się być bardzo mała w zestawieniu z płatkami owsianymi. Zawierają one kilkakrotnie więcej tłuszczu niż przetwory jęczmienne.



Rys. 5. Zawartości białka w badanych przetworach jęczmiennych oraz w płatkach owsianych i kukurydzianych [% s.m.].

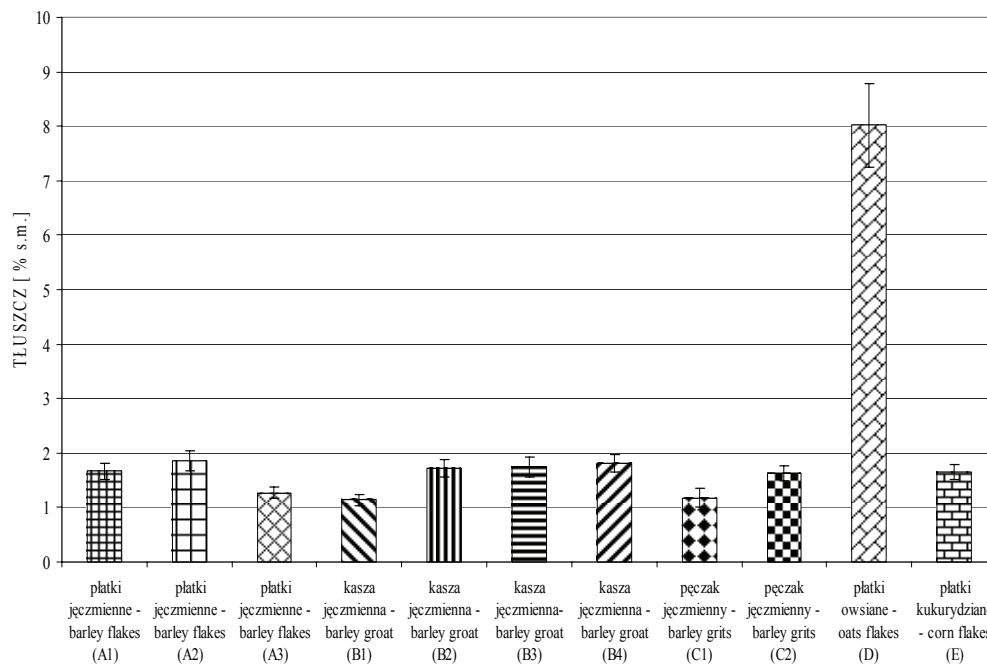
Fig. 5. The content of protein in the barley food products, porridge oats, and corn flakes analyzed [% d.m.].

Produkty jęczmienne powinny wchodzić w skład podstawy piramidy żywienia. Składnikiem decydującym o ich jakości powinien być błonnik pokarmowy. Wykonano więc badania porównawcze zawartości błonnika przy zastosowaniu trzech metod analitycznych: metody Weende (włókno surowe), metody detergentowej oraz metody enzymatycznej.

W zależności od zastosowanej metody analitycznej zawartość błonnika w badanych sortymentach znacznie się różniła. Zdecydowanie najniższe wartości uzyskano w metodzie włókna surowego: od 0,37% w pęczaku C1 do 1% w kaszy B4. Znacznie wyższe wartości uzyskano stosując metodę detergentową: NDF kształtował się w przedziale od 7,16% w płatkach A3 do 10,08% w kaszy B4. Badania wykazały znaczną zawartość ligniny: od 0,18% w pęczaku C1 do 0,5% w płatkach A2 (tab. 1). Na uwagę zasługuje także duża zawartość frakcji HCEL rozpuszczalnej w roztworze kwaśnego detergentu.

Ponieważ metodyki oznaczania włókna surowego i detergentowa nie oddają fizjologicznej definicji błonnika pokarmowego, przeprowadzono także badania metodą enzymatyczną. Błonnik całkowity (TDF) zawierał się w przedziale od 12,53% w pęczaku C1 do 16,57% w kaszy B3 (rys. 7). Stwierdzono bardzo wysoki udział błonnika

rozpuszczalnego (SDF) w błonniku całkowitym – nawet 44,9% w przypadku pęczaku C2 (rys. 8).



Rys. 6. Zawartość tłuszczu w badanych przetworach jęczmiennych oraz w płatkach owsianych i kukurydzianych [% s.m.]

Fig. 6. The content of fat in the barley food products, porridge oats, and corn flakes analyzed [% d.m.]

W badaniach własnych uzyskano znacznie wyższe wartości SDF niż prezentowane przez Kawkę [4]. Wysoka zawartości SDF jest bardzo korzystną cechą, bowiem błonnik rozpuszczalny jęczmienia w większości stanowią cenne (1-3)(1-4)- β -D-glukany [4]. Dokonując oceny przetworów jęczmiennych należy mieć na uwadze, że są one produkowane z obłuszczonego ziarna – pęczaku, stąd obserwuje się stosunkowo małą zawartość błonnika nierozpuszczalnego IDF (rys. 9). W porównaniu z ziarnem nieobłuszczone, materiał ten jest uboższy w składniki mineralne, tłuszcz, błonnik pokarmowy, zwłaszcza jego frakcję nierozpuszczalną IDF, bogatszy natomiast w (1-3)(1-4)- β -D-glukany [4]. W trakcie procesu produkcyjnego ziarniak nie jest poddawany intensywnej obróbce termicznej, co skutkuje małą rozpuszczalnością suchej masy oraz prawie nienaruszoną strukturą błonnika pokarmowego. Błonnik rozpuszczalny SDF w takich produktach to głównie błonnik w postaci natywnej, zachowujący swoje właściwości prozdrowotne, charakterystyczne dla tej frakcji.

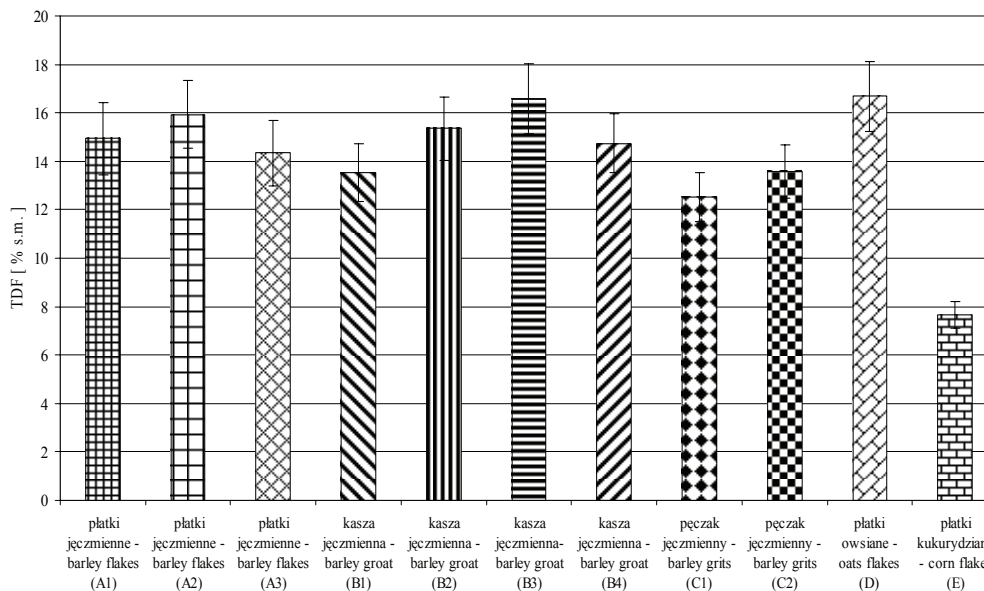
T a b e l a 1

Zawartość włókna surowego i detergentowego w badanych przetworach jęczmiennych oraz w płatkach owsianych i kukurydzianych [% s.m.].

The content of crude and detergent fibres in the barley food products, porridge oats, and corn flakes analyzed [% d.m.]

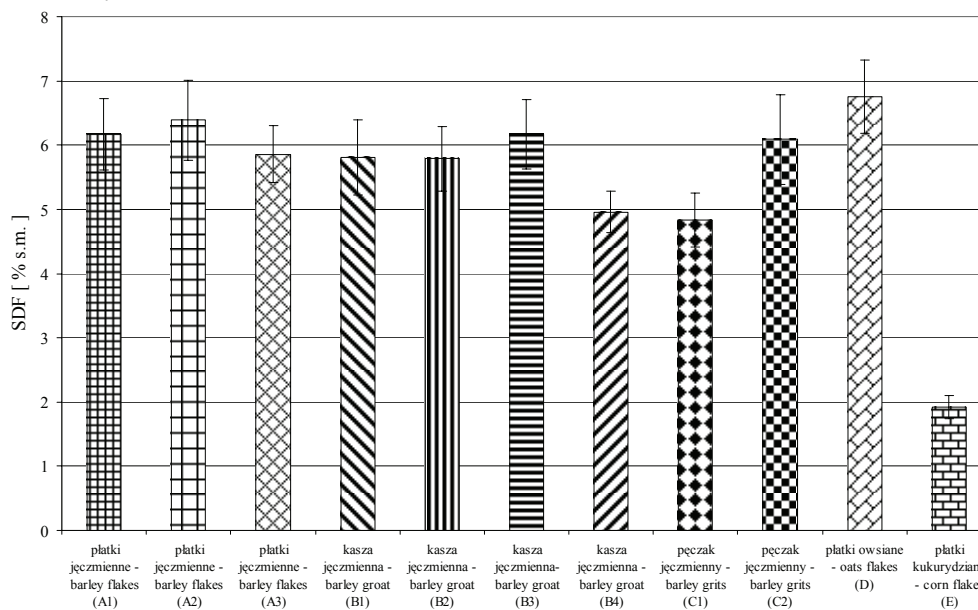
Nr próby Sample No.	Włókno surowe Crude fibre	NDF	ADF	HCEL	CEL	ADL
Płatki jęczmienne A1 Barley flakes A1	0,85	7,81	1,17	6,64	0,88	0,29
Płatki jęczmienne A2 Barley flakes A2	0,82	7,93	1,36	6,57	0,86	0,50
Płatki jęczmienne A3 Barley flakes A3	0,60	7,16	0,96	6,20	0,76	0,20
Kasza jęczmienna B1 Barley groats B1	0,51	8,23	0,84	7,39	0,56	0,28
Kasza jęczmienna B2 Barley groats B2	0,77	9,67	1,13	8,54	0,78	0,35
Kasza jęczmienna B3 Barley groats B3	0,95	9,98	1,23	8,75	1,03	0,20
Kasza jęczmienna B4 Barley groats B4	1,00	10,08	1,26	8,82	0,90	0,36
Pęczak jęczmienny C1 Barley grits C1	0,37	8,35	0,89	7,46	0,71	0,18
Pęczak jęczmienny C2 Barley grits C2	0,52	8,21	0,72	7,49	0,53	0,19
Płatki owsiane D Porridge flakes D	1,55	9,98	2,56	7,42	1,16	1,40
Płatki kukurydziane E Corn flakes E	0,31	3,89	1,19	2,68	0,68	0,51

Zestawione wyniki w tab. 1. oraz na rys. 7., 8. i 9. umożliwiają ocenę poszczególnych metod oznaczania błonnika i pozwalają poddać w wątpliwość przydatność metody oznaczania włókna surowego w ocenie produktów spożywczych. Metodę tę należy uznać za zupełnie nieprzydatną w badaniach zawartości składników strukturalnych. Metoda detergentowa może być cennym uzupełnieniem metody enzymatycznej i może służyć do badania kierunkowości zmian w danej grupie produktów jednorodnych surowcowo. Szczególnie wartościowe są tu frakcje hemicelulozy, celulozy i ligniny; mogą one stanowić cenną uzupełniającą charakterystykę frakcji nierozpuszczalnej IDF. Zmiany zawartości ligniny mogą być także cenną wskazówką intensywności procesów termicznych i wskaźnikiem degradacji produktu.



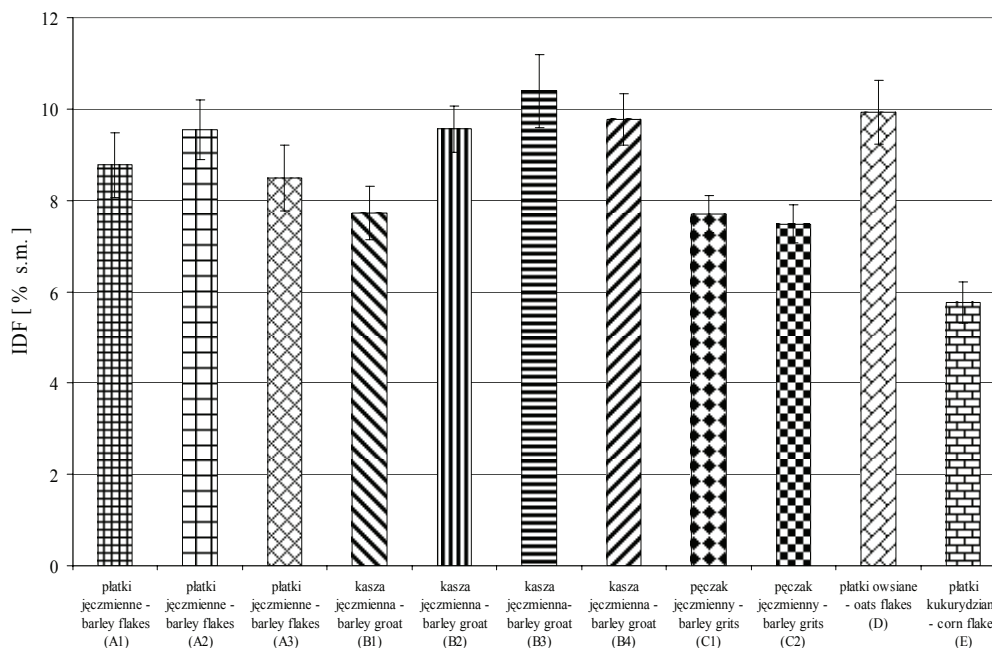
Rys. 7. Zawartość błonnika całkowitego (TDF) w badanych przetworach jęczmiennych oraz w płatkach owsianych i kukurydzianych [% s.m.].

Fig. 7. The content of total dietary fibre in the barley food products, porridge oats, and corn flakes analyzed [% d.m.].



Rys. 8. Zawartość błonnika rozpuszczalnego (SDF) w badanych przetworach jęczmiennych oraz w płatkach owsianych i kukurydzianych [% s.m.].

Fig. 8. The content of soluble dietary fibre in the barley food products, porridge oats, and corn flakes analyzed [% d.m.].



Rys. 9. Zawartość błonnika nierozpuszczalnego (IDF) w badanych przetworach jęczmiennych oraz w płatkach owsianych i kukurydzianych [% s.m.].

Fig. 9. The content of insoluble dietary fibre in the barley food products, porridge oats, and corn flakes analyzed [% d.m.].

Wnioski

1. Przetwory jęczmienne wykazywały bardzo małą rozpuszczalność suchej masy.
2. W badanych przetworach jęczmiennych wykazano dużą zawartość błonnika pokarmowego, szczególnie jego frakcji rozpuszczalnej. Udział frakcji rozpuszczalnej (SDF) w błonniku całkowitym (TDF) wynosił nawet 44,9%.
3. Badania zawartości składników strukturalnych różnymi metodami wykazały ogromne rozbieżności wyników i zupełną nieprzydatność metody weendejskiej. Metoda detergentowa może być z powodzeniem stosowana do śledzenia kierunku zmian w ramach danej grupy wyrobów i może stanowić cenne uzupełnienie metody enzymatycznej. Wiarygodne wyniki zawartości błonnika pokarmowego całkowitego, rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego uzyskuje się tylko metodami enzymatycznymi AACC i AOAC.
4. Produkty jęczmienne jako nośniki cennego błonnika pokarmowego można polecać szerokiej grupie konsumentów, zarówno osobom aktywnym fizycznie, jak również prowadzącym siedzący tryb życia.

5. Ze względu na bardzo niskie wartości WSI, dużą zawartość błonnika pokarmowego oraz bardzo wysoki udział błonnika rozpuszczalnego w błonniku całkowitym przetwory jęczmienne mogą być z powodzeniem kwalifikowane do podstawy harwardzkiej piramidy żywienia.

Literatura

- [1] Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC), 2000.
- [2] AACC: Raport of the dietary fiber definition. *Cereal Food World*, 2001, **46** (3), 112-126
- [3] Gąsiorowski H.: Jęczmień-chemia i technologia. Wyd. PWRiL, Poznań 1997, s. 124-125.
- [4] Kawka A.: Jęczmień i jego produkty charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Roczniki AR w Poznaniu, Rozprawy naukowe 2004, zeszyt 342*.
- [5] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Warszawa 2005, s. 186-187, 218.
- [6] Elmadfa I., Muskat E.: Wielkie tabele kalorii i wartości odżywczej. Warszawa 2004, s. 28.
- [7] Lia A., Anderson H., Mekki N., Juhel C., Lairon D.: Postprandial lipidemia in relation to sterol and fat excretion in ileostomy subjects given oat bran and wheat test meals, *Am. J. Cl. Nutr.*, 1997, **66**, 357-365.
- [8] Mathers J., Daly M.: Food Polysaccharides, Glucose Absorption and Insulin Sensitivity. In *advanced Dietary Fibre Technology*, Blackwell Science, UK, 2001, s. 186-196.
- [9] Poutanen K.: Effect of processing on the properties of dietary fiber. In: *Advanced Dietary Fibre Technology*, Blackwell Science, U.K., 2001, s. 277-282.
- [10] Rowland I.: Non-digestible carbohydrates and gut function: implications for carcinogenesis. In *Advanced Dietary Fibre Technology*, Blackwell Science, U.K., 2001, s. 226-231.
- [11] Rzedzicki Z., Kozłowska H., Troszyńska A.: Application of pea hulls for extrudate production. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004, **4**, 363-368.
- [12] Rzedzicki Z., Mysza A., Kasprzak M.: Badania nad metodą oznaczania współczynnika rozpuszczalności suchej masy. *Annales UMCS*, 2004, s.E, **59** (1), 2004, 323-328.
- [13] Rzedzicki Z.: Badania składu chemicznego wybranych błyskawicznych zbóż śniadaniowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005, **38**, 141-146.
- [14] Rzedzicki Z., Wirkijowska A.: Badania składu chemicznego wybranych kukurydzianych zbóż śniadaniowych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2006, **39S**, 97-102.
- [15] Van Soest P.: Use of detergents in the analysis of fibrous Leeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. AOAC.*, 1963, **43**, 829-835.
- [16] Van Soest P. J., Wine R. H.: Use of detergents in the analysis of fibrous Leeds. IV: Determination of plant cell-wall constituents. *J. AOAC.*, 1967, **50**, 50-51.

CHEMICAL COMPOSITION PROFILE OF SOME SELECTED BARLEY PRODUCTS WITH THE FRACTIONAL COMPOSITION OF DIETARY FIBRE TAKEN INTO CONSIDERATION

Summary

The following food products of barley were analyzed: three types of instant barley flakes, four types of pearl barley groats, and two types of pearl barley grits. Porridge oat and corn flakes were used as

a comparison material. The following parameters were measured: content of water, raw ash, protein, fat, and fibre's fractional composition. The analysis was performed using three methods: detergent method (NDF, ADF, CEL, HCEL, ADL), Weende's method, and enzymatic method (TDF, IDF, SDF). The products analysed were characterized by the moderate protein content (8.76–12%), high dietary fibre content (12.53–16.57%), and very low water solubility index (4.34–5.83%). These types of cereal products meet the criteria of the most recent nutritional recommendations and should be qualified for the basis of the Harvard food pyramid.

Key words: barley products, breakfast cereals, dietary fibre ☒

**IX Międzynarodowa Konferencja
Naukowo-Technologiczna**

**„OLEJ RZEPAKOWY – OLIWĄ
PÓŁNOCNEJ EUROPY”**

**Toruń
25-27 września 2008 r.**

Organizator Konferencji

***Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Polskie Towarzystwo Technologów Żywności
Polskie Towarzystwo Chemiczne, Oddział Toruński
Zakłady Tłuszczowe Kruszwica S.A. spółka grupy BUNGE***

Kontakt:

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Wydział Chemii
Katedra Chemii Analitycznej i Spektroskopii Stosowanej
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń
tel: (56) 611 4304 fax: (56) 6542477
e-mail: konfrzep@umk.pl

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

PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI FRAKCJI WŁÓKNA POKARMOWEGO W ODMIANACH DYNI Z GATUNKU *CUCURBITA* *MAXIMA* I *CUCURBITA PEPO*

Streszczenie

W badaniach porównano zawartość włókna pokarmowego i jego frakcji w czterech odmianach dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*) i dyni zwyczajnej (*Cucurbita pepo*). W owocach dyni oznaczono zawartość: suchej masy, związków mineralnych w postaci popiołu, kwaśnej (ADF) i neutralnej (NDF) frakcji włókna pokarmowego, celulozy, lignin i hemicelulozy. Oznaczono także składniki włókna pokarmowego rozpuszczalnego – skrobię i pektyny.

Wykazano, że analizowane odmiany dyni istotnie różniły się między sobą pod względem zawartości włókna pokarmowego i jego frakcji. Największą zawartością neutralnej i kwaśnej frakcji włókna pokarmowego w świeżej masie charakteryzowała się dynia odmiany Ambar (odpowiednio 7,48 i 1,46 g/100 g). Najmniejszą zawartością obu frakcji charakteryzowała się dynia odmiany Pyza (odpowiednio 0,23 i 0,22 g/100 g). W 5, z 8 badanych, odmianach dyni największy udział we frakcji włókna pokarmowego stanowiła hemiceluloza.

Z przeprowadzonych badań wynika, że owoce większości odmian należących do gatunku *C. maxima* zawierały znacząco większe ilości skrobi, pektyn, NDF i hemiceluloz niż owoce odmian należących do gatunku *C. pepo*. Pozostałe składniki włókna pokarmowego w owocach obu gatunków były na podobnym poziomie.

Słowa kluczowe: dynia, NDF, ADF, celuloza, hemiceluloza, ligniny, pektyny

Wprowadzenie

W Polsce uprawia się dwa gatunki dyni na owoce, zbierane w fazie dojrzałości fizjologicznej: dynię olbrzymią (*Cucurbita maxima*) i dynię zwyczajną (*Cucurbita pepo*).

Dr inż. A. Nawirska, dr inż. A. Sokół-Łętowska, dr inż. A. Kucharska, mgr inż. M. Bednarek, Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż., Wydz. Nauk o Żywności, dr hab. inż. A. Biesiada, Katedra Ogrodnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Norwida 25/27, 50-375 Wrocław

Miąszo dyni jest znakomitym i w pełni docenianym komponentem dodawanym do różnych produktów dla dorosłych i dzieci. Owoce dyni działają łagodząco i regenerująco na przewód pokarmowy i wątrobę. Najbardziej cenione przez przemysł przetwórczy są odmiany dyni o pomarańczowym miąższu, zawierające dużo karotenu (głównie α i β). Wartość odżywcza owoców dyni jest wysoka, zależy jednak od gatunku i odmiany. Zawartość karotenu w świeżej masie owoców dyni waha się od 2 do 10 mg/100 g, lecz w niektórych odmianach może przekraczać 22 mg/100 g [3]. Owoce dyni zawierają również niewielkie ilości witamin [mg/100 g]: C od 9 do 10; E od 1,03 do 1,06; B₆ od 0,06 do 0,11; tiaminy 0,05, ryboflawiny 0,11, niacyny 0,6; ponadto witamin [μg/100 g]: K 1,1; folianów od 0,16 do 0,20 [10, 11, 20]. Są również cennym źródłem składników mineralnych takich, jak: potas, fosfor, magnez, żelazo i selen [21].

Rozbieżne są doniesienia na temat zawartości włókna pokarmowego w owocach dyni. Ma na to wpływ zmienność gatunkowa, a w obrębie gatunku również występuje znaczna rozpiętość zawartości tego składnika w zależności od odmiany i sposobu użytkowania związanego z dojrzałością owoców. Cukinię, kabaczek i patison zbiera się kiedy ich owoce są niewyrośnięte, zaś pozostałe odmiany zbierane są w fazie dojrzałości fizjologicznej. Amerykańska National Nutrient Database [21] podaje, że dynie większości odmian zawierają włókno pokarmowe w granicach od 0,5 do 2%, natomiast wg Kunachowicz i wsp. [10] w dojrzałych owocach dyni zawartość tego składnika jest znacznie większa i wynosi 4,1%.

Włókno pokarmowe jest najczęściej definiowane jako roślinne wielocukry i ligniny, odporne na działanie enzymów trawiennych przewodu pokarmowego człowieka [1]. W skład błonnika wchodzi substancje budulcowe roślin, takie jak: celuloza, hemiceluloza, ligniny i pektyny, a także żywice i woski [16]. Dodatkowo definicja ta obejmuje także skrobię oporną, mimo że nie należy ona do składników budulcowych komórek roślinnych, ale podobnie, jak pozostałe składniki włókna, nie jest trawiona przez organizm człowieka [5].

Właściwości włókna pokarmowego oraz jego wartość użyteczna zależą od źródła pochodzenia i wzajemnych proporcji poszczególnych frakcji. Nie są one jedynie sumą właściwości związków wchodzących w skład włókna pokarmowego. Bardzo istotny jest również synergizm interakcji zachodzących między poszczególnymi składnikami włókna pokarmowego oraz między włókniem pokarmowym a innymi substancjami – białkami, oligosacharydami, lipidami, substancjami mineralnymi. Podstawowe właściwości fizykochemiczne i chemiczne włókna, jako czynnika przyspieszającego perystaltykę jelit, powodującego uczucie sytości, ograniczającego dyfuzję i wchłanianie niektórych substancji przez organizm oraz usuwanie innych są z jednej strony zaletą – w dietetyce i żywieniu człowieka, lecz z drugiej strony mogą być wadą zwłaszcza w chowie zwierząt użytkowych [12].

Celem badań było porównanie zawartości włókna pokarmowego i jego frakcji w dojrzałych owocach różnych odmian dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*) i dyni zwyczajnej (*Cucurbita pepo*).

Material i metody badań

W badaniach, przeprowadzonych w roku 2005, oceniano zawartość neutralnej i kwaśnej frakcji włókna roślinnego oraz skrobi, pektyn, celulozy, hemicelulozy i lignin w owocach dyni zwyczajnej odmian: Junona i Miranda (odmiany bezłupinowe dyni oleistej), Pyza (dynia makaronowa) i Danka oraz dyni olbrzymiej odmian: Amazonka, Ambar, Bambino i Melonowa Żółta. Po zbiorze owoce dyni myto, obierano i pozbawiano nasion, następnie homogenizowano i przechowywano w postaci zamrożonej. Homogenizowano razem trzy wytypowane po zbiorze owoce dyni. Homogenizację przeprowadzano w temp. pokojowej w urządzeniu Termomix w ciągu 10 min. W próbach przed zamrożeniem oznaczano pektyny. Próby przechowywano przez ok. 2 tygodnie w temp. -18°C .

Przed przystąpieniem do analiz homogenizaty rozmrażano w temp. pokojowej, a następnie oznaczano w nich zawartość:

- kwaśnej i neutralnej frakcji włókna pokarmowego metodą van Soesta [22],
- celulozy metodą Scharera-Küeschnera (trawienie mieszaniną kwasów: octowego, azotowego, trójchlorooctowego) [19],
- skrobi metodą polarymetryczną Ewersa-Grossfelda w modyfikacji Hadorna i Bifera [19],
- pektyn metodą Morrisa [13],
- suchej masy zgodnie z PN [14],
- związków mineralnych, jako popiół zgodnie z PN [15].

Oba gatunki dyni uprawiano w Zakładzie Doświadczalnym w Piastowie, należącym do Katedry Ogrodnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, na czarnej ziemi zdegradowanej zawierającej 1,8% próchnicy, o $\text{pH} = 6,8$, nawożonej azotem w dawce $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Dojrzałe owoce dyni zebrano 20 września. Oznaczenia chemiczne wykonywano w Zakładzie Technologii Owoców i Warzyw, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Otrzymane wyniki zinterpretowano statystycznie przy użyciu programu Statistica 7.1. W celu ustalenia grup jednorodnych wykonano test Duncana analizy wariancji przy jednokierunkowej klasyfikacji.

Wyniki badań i analiza

Największą zawartością suchej masy charakteryzowały się owoce dyni olbrzymiej odmian Ambar i Amazonka, a w dalszej kolejności Bambino. Najmniej suchej masy zawierała odmiana Melonowa Żółta. Wśród odmian dyni zwyczajnej największą

zawartością suchej masy charakteryzowała się ‘Danka’, natomiast ‘Junona’ była pod względem tego parametru zbliżona do owoców odmiany Melonowa Żółta. Małą zawartością suchej masy odznaczały się dynie odmian Miranda i Pyza (tab. 1).

Tabela 1

Zawartość suchej masy, popiołu, skrobi i pektyn w owocach *Cucurbita maxima* i *Cucurbita pepo* [%].
The contents of dry matter, ash, starch, and pectins in the fruit of *Cucurbita maxima* and *Cucurbita pepo* [%].

Gatunek dyni Pumpkin species	Odmiana dyni Pumpkin variety	Sucha masa Dry matter	Popiół Ash	Skrobia Starch	Pektyny Pectins
<i>Cucurbita maxima</i>	Amazonka	15,89 ± 0,83 ^b	0,95 ± 0,03 ^b	4,95 ± 0,07 ^b	1,61 ± 0,19 ^c
	Ambar	22,20 ± 0,98 ^a	1,16 ± 0,03 ^a	12,20 ± 0,14 ^a	9,39 ± 0,13 ^a
	Bambino	9,35 ± 0,19 ^c	0,70 ± 0,01 ^c	1,60 ± 0,00 ^d	2,43 ± 0,04 ^b
	Melonowa żółta	7,41 ± 0,29 ^{e,f}	0,56 ± 0,03 ^f	2,15 ± 0,07 ^c	1,20 ± 0,11 ^d
<i>Cucurbita pepo</i>	Danka	8,08 ± 0,05 ^d	0,79 ± 0,01 ^d	0,26 ± 0,03 ^e	0,81 ± 0,06 ^e
	Junona	6,89 ± 0,05 ^e	0,78 ± 0,01 ^d	0,07 ± 0,03 ^{f,g}	1,36 ± 0,07 ^d
	Miranda	4,88 ± 0,14 ^g	0,62 ± 0,01 ^e	0,17 ± 0,04 ^{e,f}	0,40 ± 0,04 ^f
	Pyza	4,15 ± 0,05 ^g	0,44 ± 0,01 ^{e,f}	0	0,10 ± 0,01 ^g

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wyniki podane jako średnia ± odchylenie standardowe / Results are expressed as the means ± standard deviations;

a, b, c, d, e, f, g – grupy jednorodne w obrębie kolumn / homogenous groups within the columns.

Podobnie, jak w przypadku suchej masy, największą zawartość związków mineralnych, oznaczonych jako popiół, stwierdzono w owocach dyni olbrzymiej w odmianach Ambar i Amazonka, a istotnie najmniejszą w owocach odmiany Melonowa Żółta. Zawartość popiołu w dyniach zwyczajnych odmian Danka i Junona była zbliżona, podczas gdy prawie dwukrotnie niższy poziom tego składnika stwierdzono w dyni makaronowej odmiany Pyza.

Skrobia jest najpowszechniej występującą w roślinach substancją zapasową. Irving [8] podkreśla, że zawartość skrobi w owocach dyni olbrzymiej jest ściśle związana z fazą ich dojrzałości. Dynie w pełni dojrzałe zawierają mniej skrobi niż niedojrzałe. Irving [8] podzielił gromadzenie skrobi w dyni na trzy fazy, w zależności od stopnia rozwoju i dojrzewania owoców: I faza to akumulacja skrobi powiązana ze wzrostem suchej masy, w II fazie zostaje zahamowany proces gromadzenia skrobi, a wzrasta zawartość sacharozy, III faza to stopniowa hydroliza skrobi do mono- i disacharydów.

Według niektórych źródeł zawartość skrobi w zależności od odmiany waha się w owocach dyni od 0,41 do 3,7% świeżej masy [9], według innych może dochodzić nawet do 24% świeżej masy [6]. W badaniach Corrigan i wsp. [4] zawartość skrobi

w owocach odmian dyni olbrzymiej, wysokoskrobiowej, wahała się od 7,75 do 16,27% świeżej masy, a w owocach odmian niskoskrobiowych od 0,49 do 9,22% świeżej masy. W doświadczeniu istotnie największa zawartość skrobi była w owocach odmiany Ambar (12,2%) i Amazonka (4,95%). W pozostałych odmianach należących do *C. maxima* zawartość skrobi wahała się od 2,15% w owocach odmiany Melonowa Żółta do 1,60% w ‘Bambino’. Zawartość skrobi w owocach *C. pepo* była istotnie mniejsza niż w *C. maxima* i wahała się od 0,26% (‘Danka’) do 0,07% (‘Junona’), zaś w owocach odmiany makaronowej Pyza nie stwierdzono skrobi wcale.

Zawartość pektyn w owocach dyni wahała się w bardzo szerokim zakresie od 0,10 do 9,39%, w zależności od gatunku i odmiany. Większe ilości pektyn stwierdzono w owocach dyni olbrzymiej oraz w odmianie Junona, należącej do gatunku dynia zwyczajna. Zawartość pektyn w odmianie Ambar (9,39%) znacząco odbiegała od ilości tego składnika w pozostałych odmianach i była czterokrotnie większa niż w kolejnej pod względem zawartości tego składnika odmiany Bambino (2,43%).

Tabela 2

Zawartość frakcji włókna pokarmowego w owocach *Cucurbita maxima* i *Cucurbita pepo*.
The contents of neutral dietary fibre (NDF) fractions in the fruit of *Cucurbita maxima* and *Cucurbita pepo*.

Gatunek dyni Pumpkin species	Odmiana dyni Pumpkin variety	NDF	ADF	Celuloza Cellulose	Hemiceluloza Hemicellulose	Ligniny Lignins
		[g×100 g ⁻¹ ś.m.] / [g×100 g ⁻¹ f.m.]				
<i>Cucurbita maxima</i>	Amazonka	4,37 ± 0,36 ^b	0,46 ± 0,05 ^e	0,25 ± 0,08 ^{b,d}	3,91 ± 0,32 ^b	0,21 ± 0,03 ^{b,c,d}
	Ambar	7,48 ± 0,71 ^a	1,46 ± 0,06 ^a	0,75 ± 0,18 ^a	6,02 ± 0,77 ^a	0,71 ± 0,24 ^a
	Bambino	1,20 ± 0,27 ^{c,d}	0,79 ± 0,01 ^b	0,67 ± 0,01 ^a	0,41 ± 0,28 ^{c,d}	0,12 ± 0,01 ^{c,d}
	Melonowa Żółta	1,51 ± 0,47 ^c	0,43 ± 0,4 ^c	0,20 ± 0,07 ^{c,d}	1,07 ± 0,44 ^c	0,24 ± 0,03 ^{b,c}
<i>Cucurbita pepo</i>	Danka	1,00 ± 0,14 ^{c,d,e}	0,33 ± 0,01 ^d	0,26 ± 0,08 ^{b,d}	0,66 ± 0,12 ^{c,d}	0,08 ± 0,01 ^{c,d}
	Junona	0,71 ± 0,02 ^{c,d,e}	0,47 ± 0,04 ^e	0,20 ± 0,04 ^{c,d}	0,25 ± 0,04 ^d	0,27 ± 0,01 ^{b,c}
	Miranda	0,46 ± 0,05 ^{d,e}	0,44 ± 0,05 ^e	0,43 ± 0,05 ^b	0,02 ± 0,01 ^d	0,01 ± 0,00 ^d
	Pyza	0,23 ± 0,06 ^e	0,22 ± 0,06 ^e	0,20 ± 0,05 ^{c,d}	0,01 ± 0,00 ^d	0,02 ± 0,01 ^d

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

Zawartość neutralnej (NDF) frakcji włókna pokarmowego była wyraźnie większa w owocach odmian Ambar i Amazonka należących do *C. maxima*. Poziom kwaśnej

frakcji włókna (ADF) był bardziej wyrównany w obu gatunkach (*C. maxima* i *C. pepo*) z wyjątkiem odmiany Ambar, zawierającej dwu-, trzykrotnie więcej ADF w stosunku do pozostałych odmian. Najmniej obu frakcji włókna stwierdzono w owocach odmiany Pyza należącej do *C. pepo*.

Schmidt i wsp. [18] oznaczyli zawartość neutralnej i kwaśnej frakcji włókna pokarmowego w różnych surowcach roślinnych, m.in. w arбуzie i kabaczkach należących do rodziny *Cucurbitaceae*. W arбуzie, w przeliczeniu na suchą masę stwierdzono 11,65 g/100 g NDF i 9,86 g/100 g ADF, a w kabaczku odpowiednio: 15,13 g/100 g i 10,20 g/100 g. Badania własne wskazują na dużą rozpiętość zawartości obu frakcji włókna pomiędzy odmianami należącymi do *C. pepo* i *C. maxima*.

W czasie dojrzewania i starzenia się roślin wzrasta zawartość celulozy w tkankach. Ligniny odkładają się w ścianach komórkowych pod koniec wzrostu komórki po pełnym wykształceniu szkieletu wielocukrowego ścian. Bartnikowska [2] podaje, że ściany komórkowe roślin niedojrzałych zawierają ok. 25% celulozy, 60% polisacharydów niecelulozowych w przeliczeniu na suchą masę oraz śladowe ilości lignin. Natomiast dojrzałe komórki zawierają ok. 38% celulozy, 43% polisacharydów niecelulozowych i 17% lignin. Na podstawie zawartości tych składników można określić stopień dojrzałości badanych owoców.

Analizując wyniki dotyczące zawartości celulozy (tab. 2) stwierdzono, że największa jej ilość została oznaczona w owocach odmiany Ambar ($0,75 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ ś.m.}$), Bambino ($0,67 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ ś.m.}$) oraz w dalszej kolejności Miranda ($0,43 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ ś.m.}$), natomiast w pozostałych odmianach jej zawartość wahała się od 0,20 do $0,26 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ ś.m.}$

Najwięcej pozostałych dwóch frakcji włókna pokarmowego (hemicelulozy i lignin) oznaczono w owocach odmiany Ambar. W przypadku hemicelulozy kolejne dwie odmiany bogate w ten składnik to Amazonka i Melonowa Żółta, podczas gdy w owocach odmiany Bambino poziom tego składnika był najniższy. Spośród odmian dyni zwyczajnej najwięcej hemicelulozy stwierdzono w dyni odmiany Danka, w dalszej kolejności w 'Junonie', a w owocach Mirandy i Pyzy odnotowano śladowe jej ilości. W przypadku lignin, poza omówioną odmianą Ambar, większą ich zawartość stwierdzono w odmianie Junona i Melonowa Żółta, a najmniejsze śladowe ilości w 'Mirandzie' i 'Pyzie'. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że w przypadku hemicelulozy większą jej zawartość oznaczono w owocach odmian należących do gatunku *C. maxima* niż *C. pepo*. W obrębie gatunku dynia olbrzymia, różnice jej zawartości w poszczególnych odmianach były bardzo duże, nawet piętnastokrotne, jak w przypadku odmian Ambar i Bambino. Podobnie duże zróżnicowanie ilości tego składnika można zauważyć w owocach odmian dyni oleistej, należących do gatunku dynia zwyczajna Junona i Miranda, podczas gdy pod względem zawartości lignin różnica ta nie była już tak znacząca.

W doniesieniach literaturowych brakuje danych dotyczących oceny frakcji włókna pokarmowego w owocach dyni. W badaniach przeprowadzonych przez Grela [7] nad zawartością frakcji włókna pokarmowego w różnych surowcach roślinnych i ziołach, największą zawartość NDF, w przeliczeniu na suchą masę, stwierdzono w rdeście ptasim ($560,3 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$), a najmniej w owsie ($21,6 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$). W przypadku zawartości ADF rozkład ilościowy był analogiczny. Największą zawartość hemicelulozy oznaczono w otrębach pszennych ($265,0 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$), a najmniejszą w ziarnach owsa nagiego ($6,4 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$). Natomiast najwięcej celulozy było w rdeście ptasim ($248,7 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$), a najmniej w czosnku ($7,6 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$). Z kolei Rehman i wsp. [17] przebadali zawartość tych frakcji w niektórych warzywach. W ich badaniach największą zawartość NDF i ADF oznaczono w fasoli ($3,41 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$ i $2,82 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$), a najmniej w cebuli ($1,13 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$ i $0,96 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$). Analogicznie największą zawartość pozostałych frakcji (celulozy, hemicelulozy i lignin) oznaczono w fasoli ($1,82 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$, $0,59 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$ i $1,0 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$). Najmniej celulozy i hemicelulozy oznaczono w rzepie ($0,7 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$ i $0,11 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$), a lignin w cebuli ($0,09 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$). Zawartość poszczególnych frakcji w fasoli jest porównywalna z zawartością tych samych frakcji w badanych odmianach dyni, w pozostałych badanych warzywach ilości te są znacznie mniejsze od uzyskanych w badaniach własnych.

Wnioski

1. Odmiany w obrębie gatunku dynia olbrzymia i dynia zwyczajna znacząco różniły się pod względem zawartości suchej masy, związków mineralnych oznaczonych jako popiół oraz skrobi i pektyn. Najwięcej tych składników oznaczono w owocach dyni olbrzymiej odmiany Ambar oraz Amazonka (z wyjątkiem zawartości pektyn w odmianie Amazonka), najmniejszą zawartością tych składników odznaczały się owoce dyni zwyczajnej Miranda i Pyza.
2. Rozpiętość, pomiędzy poszczególnymi odmianami, zawartości poszczególnych frakcji włókna pokarmowego była bardzo duża, pomiędzy niektórymi odmianami dyni olbrzymiej nawet 5-krotna, a dyni zwyczajnej ponad 4-krotna.
3. Odmiany Ambar i Amazonka zawierały najwięcej neutralnej frakcji włókna pokarmowego i hemicelulozy, podczas gdy w owocach odmian Bambino i Melonowa Żółta ich zawartość była znacząco mniejsza. W dyni zwyczajnej najwięcej tych składników zawierały 'Danka' i 'Junona', a najmniej 'Pyza'.
4. Odmiany Ambar i Bambino zawierały najwięcej kwaśnej frakcji włókna, a odmiana Pyza najmniej. W owocach pozostałych odmian obu gatunków dyni zawartość tej frakcji włókna kształtowała się na dość zbliżonym poziomie.
5. Największą zawartość celulozy stwierdzono w owocach odmian Ambar, Bambino i Miranda, zaś w pozostałych jej ilość była mniejsza. Najwięcej lignin zawierały

owoce odmiany Ambar, podczas gdy w owocach odmian Miranda i Pyza ilość tych składników była nieznaczna.

Literatura

- [1] AACC Report: The definition of dietary fiber. *Cereal foods world*, 2001, **46**, 3.
- [2] Bartnikowska E.: Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka zdrowego i chorego. *Mat. Konf.: Włókno pokarmowe skład chemiczny i biologiczne działanie*. Radzików, 1997, s. 101-114.
- [3] Biesiada A., Kucharska A., Sokół-Lętowska A.: Plonowanie i wartość odżywcza wybranych odmian użytkowych *Cucurbita pepo* L. oraz *Cucurbita maxima* Duch. *Folia Horticulturae Supplement*, 2006, **1**, 66-69.
- [4] Corrigan V.K., Hurst P.L., Potter J.F.: Winter squash (*Cucurbita maxima*) texture: sensory, chemical, and physical measures. *New Zealand J. Crop Hort. Sci.*, 2001, **29**, 111-124.
- [5] Davidson M.H., McDdonald A.: Fibre: Forms and Functions. *Nutr. Research*, 1998, **18**, 617-624.
- [6] Dobrowolska Dąbrowska B.: Dynia zasługuje na większe rozpowszechnienie. *Owoce Warzywa Kwiaty*, 2002, **10**, 14-16.
- [7] Greła E. R., Lipiec A., Orłowska M.: Zawartość włókna pokarmowego w ziołach i niektórych produktach żywnościowych. *Wiad. Ziel.*, 1996, **38**, 5-6.
- [8] Irving D.E., Shingletown J., Hurst P.L.: Starch degradation in buttercup squash. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1999, **124** (6), 587-590.
- [9] Krzysik K., Bogucka W.: Dynia - wartościowy surowiec do produkcji przetworów dla dzieci. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1981, **4**, 23-25.
- [10] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanowicz K.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. *Wyd. Lek. PZWL*, Warszawa 2005.
- [11] Murkovic M., Hillerbrandt A., Winkler J., Pfannhauser W.: Variability of vitamin E in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo*). *Lebensm. Unter. Forch.*, 2002, **4**, 275-278.
- [12] Nowak W, Kruczyńska H., Grochowska S.: The effect of fibrolytic enzymes on dry matter, ADF and NAF ruminal disappearance and intestinal digestibility. *Czech. J. Anim. Sci.*, 2003, **48**, 191-196.
- [13] Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A., Jarczyk A.: *Technologia produktów owocowych i warzywnych*. T. I. PWRiL, Warszawa 1973.
- [14] PN-90/A-75101/03 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [15] PN-90/A- 75101/08 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie popiołu ogólnego i jego alkaliczności.
- [16] Prosky, L.: What is fibre? Current controversies. *Trends in Food Sci. & Technology*, 1999, **10**, 271-275.
- [17] Rahman, Zu., Islam M., Shah W.H.: Effect of microwave and conventional cooking on insoluble dietary fibre components of vegetables. *Food Chem.*, 2002, **80**, 237-240.
- [18] Schmidt D.A., Dempsey J.L., Kerley M.S., Porton J. J.: The potential to increase neutral detergent fiber levels in ape diets using reality available produce. *Proceedings of the Third Conference of the American Zoo and Aquarium Association (AZA) Nutrition Advisory Group (NAG) on Zoo and Wildlife nutrition*. Columbus, Ohio, 1999.
- [19] Tajner-Czopek A., Kita A.: *Analiza żywności - jakość produktów spożywczych*. Wyd. AR Wrocław, 2005.
- [20] Terazowa Y., Ito K., Yoshida K.: Changes in carbohydrate composition in pumpkin (kabocha) during fruit growth. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 2001, **70**, 656-658.

- [21] USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Nutritional value of pumpkin and winter squash. Release, 2004, **17**, 159-162.
- [22] Van Soest P. J., Robertson J. B., Lewis B.A.: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy Sci., 1991, **74**, 3583-3597.

COMPARING THE CONTENTS OF DIETARY FIBRE FRACTIONS IN SOME VARIETIES OF *CUCURBITA MAXIMA* AND *CUCURBITA PEPO*

S u m m a r y

In the study performed, the contents of dietary fibre (DF) and its fractions were compared in four varieties of *Cucurbita maxima* and *Cucurbita pepo* pumpkin. As for the pumpkin fruit, the contents of the following parameters were determined: dry matter, ash, acidic dietary fibre (ADF) fraction, neutral dietary fibre (NDF) fraction, cellulose, lignin and hemicellulose. Furthermore, the components of soluble DF were determined, i.e. starch and pectins.

It was proved that the pumpkin varieties examined significantly differed from each other in the content of DF and its fractions. The *Ambar* pumpkin variety showed the highest content of NDF and ADF in fresh mass (7.481 g/100 g and 1.463 g/100 g, respectively). The *Pyza* pumpkin variety was characterized by the lowest content of the two fractions (0.232 g/100 g and 0.223 g/100 g, respectively). In the 5, out of 8, pumpkin varieties investigated, hemicellulose showed the highest content in the DF fraction.

The investigations performed show that the fruit of the majority of pumpkin varieties of *C. maxima* species contained significantly higher amounts of starch, pectins, NDF, and hemicelluloses compared to the fruit of the pumpkin varieties of *C. Pepo* pumpkin species. All other components of DF in the fruit of the two species were at a comparable level.

Key words: pumpkin, NDF, ADF, cellulose, hemicellulose, lignins, pectins ☒

ANNA STASIAK, ANETA ULANOWSKA

AKTYWNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCA NOWYCH ODMIAN FASOLI (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

Streszczenie

Celem badań było określenie aktywności przeciwutleniającej nasion fasoli, ustalenie wpływu obróbki termicznej na tę aktywność oraz oznaczenie zawartości różnych grup związków polifenolowych w nasionach fasoli.

Materiałem badawczym było pięć nowych odmian fasoli, w tym cztery odmiany kolorowe: Augusta, Nigeria, Rawela i Toffi oraz odmiana biała Laponia. Analizowano nasiona surowe i nasiona poddane gotowaniu. Aktywność przeciwutleniającą badanych produktów określono jako efektywność wygaszania syntetycznego rodnika DPPH oraz jako zdolność redukcji kompleksu Fe(III) z odczynnikiem TPTZ (metoda FRAP). Zawartość składników polifenolowych oznaczano metodami spektrofotometrycznymi.

Nasiona kolorowych odmian fasoli okazały się bogatym źródłem składników polifenolowych, zawierały w 100 g s.m. od 427 mg ('Toffi') do 760 mg ('Rawela') polifenoli ogółem. Aktywność przeciwutleniająca odmian kolorowych była kilkanaście razy wyższa niż odmiany białej i korelowała z zawartością związków polifenolowych.

Obróbka hydrotermiczna spowodowała w większości prób zmniejszenie zawartości składników polifenolowych o ponad 50%, a tym samym obniżenie aktywności przeciwutleniającej. Pomimo tego aktywność kolorowych odmian fasoli pozostała nadal wysoka, co wskazuje na wyższą wartość biologiczną tych odmian w porównaniu z białymi odmianami fasoli.

Słowa kluczowe: *Phaseolus vulgaris*, związki polifenolowe, aktywność przeciwutleniająca, DPPH, FRAP

Wprowadzenie

Aktywność przeciwutleniająca surowców i produktów roślinnych jest uwarunkowana obecnością wielu składników, wśród których bardzo efektywnymi przeciwutleniaczami, nawet wielokrotnie silniejszymi od witamin antyoksydacyjnych, są związki polifenolowe [5, 11, 25]. Wysoką zawartość składników polifenolowych stwierdzono w wielu gatunkach nasion roślin strączkowych. Jedną z najpopularniejszych roślin strączkowych uprawianych w Polsce na cele spożywcze jest fasola należąca do rodzaju

Phaseolus [16]. Częścią użytkową fasoli są niedojrzałe strąki zwane fasolką szparagową oraz suche, dojrzałe nasiona.

Wartość odżywcza nasion fasoli związana jest z wysoką zawartością białka, skrobi, witamin grupy B i składników mineralnych [14]. Ważnymi nieodżywczymi składnikami nasion fasoli są związki polifenolowe, które w największym stopniu odpowiadają za właściwości przeciwutleniające tych surowców [1, 2, 6, 23, 24]. Składniki polifenolowe obecne w fasoli są zgromadzone przede wszystkim w okrywie nasiennej i właśnie te związki nadają nasionom barwę [3, 7, 8, 19].

Nasiona fasoli są spożywane po odpowiedniej obróbce kulinarnej lub technologicznej. Składniki polifenolowe są rozpuszczalnymi w wodzie związkami termolabilnymi i w czasie takich procesów zawartość związków polifenolowych w nasionach ulega zmniejszeniu, zarówno na skutek wylugowania ich do wody, jak i degradacji termicznej. Oczywistą konsekwencją zmniejszenia ilości polifenoli w produktach jest obniżenie ich aktywności przeciwutleniającej. Dlatego z dietetycznego punktu widzenia ważny jest potencjał antyoksydacyjny nasion fasoli poddanych obróbce kulinarnej.

Celem badań było określenie aktywności przeciwutleniającej nasion nowych odmian fasoli charakteryzujących się zróżnicowanym zabarwieniem okrywy nasiennej. W pracy przedstawiono wyniki oznaczeń aktywności przeciwutleniającej oraz wyniki oznaczeń zawartości różnych grup składników polifenolowych w surowych i poddanych gotowaniu nasionach badanych odmian fasoli.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły nasiona pięciu odmian fasoli zwyczajnej pochodzące z Zakładu Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego PlantiCo w Szymanowie.

Obróbka termiczna surowców obejmowała 18-godzinne moczenie (1:4 m/v) i 45-minutowe gotowanie nasion w wodzie. Próby w całości (nasiona wraz z wywarem) miksowano i poddawano liofilizacji. Tak przygotowane próby zawierały składniki polifenolowe, które nie uległy degradacji podczas obróbki hydrotermicznej. W tab. 1. podano charakterystykę materiału badawczego.

Oznaczenia składników polifenolowych wykonano metodami spektrofotometrycznymi: polifenole ogółem metodą Folina-Ciocalteu'a [10], flawanole metodą wainilinową [22], flawonoidy metodą z $AlCl_3$ [10], proantocyjanidyny metodą BuOH/HCl [21]. Uzyskane wyniki zawartości polifenoli ogółem, flawanoli i flawonoidów wyrażono w [mg katechiny/100 g s.m.], zaś proantocyjanidyn w [mg cyjanidyny/100g s.m.].

Aktywność przeciwutleniającą oznaczano:

- metodą polegającą na redukcji rodników DPPH (1,1 diphenyl-2-picrylhydrazyl) [26]. Związek DPPH jest stabilnym rodnikiem azowym, roztwory DPPH mają barwę fioletową, w trakcie reakcji redukcji pod wpływem aktywności przeciwutlenia-

czy barwa roztworu zanika. Wynik analizy określany jest jako „aktywność antyrodnikowa” badanej próbki;

- metodą FRAP (FRAP – ferrum reducing antioxidant power) [15]. Zasada metody polega na redukcji kompleksu Fe(III)/TPTZ pod wpływem aktywności przeciwutleniaczy do intensywnie niebieskiego kompleksu Fe(II)/TPTZ, (TPTZ – 2,4,6 tri-pirydylo-S-triazyna). Wynik analizy wykonanej metodą FRAP określa zdolność badanej próbki do redukcji jonu żelazowego.

Uzyskane obydwoma metodami wyniki aktywności przeciwutleniającej wyrażano w [$\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$]. Wszystkie analizy wykonano w 3–5 powtórzeniach.

Tabela 1

Wybrane cechy fizyczne nasion fasoli.

Some selected physical parameters of the bean cultivars investigated.

Odmiana fasoli Bean cultivar	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds [g]	Barwa okrywy Colour of coats	Zawartość suchej masy Dry matter content [%]	
			Nasiona surowe Raw seeds	Nasiona gotowane (liofilizat) Cooked seeds (lyophilised sample)
Nigeria	720	czarna / black	93,1	95,2
Rawela	540	ciemnoczerwona / dark red	92,6	94,4
Augusta	520	czerwona / red	91,1	95,8
Toffi	500	beżowa / beige	91,8	96,3
Laponia	500	biała / white	91,4	94,2

Wyniki i dyskusja

Związki polifenolowe stanowią największą grupę wśród naturalnych przeciwutleniaczy występujących w roślinach, bardzo zróżnicowaną pod względem budowy i właściwości. Ze względu na strukturę szkieletu węglowego zostały one podzielone na kilka klas, wśród których dużą grupę stanowią flawonoidy, a zaliczane do nich flawanole odgrywają istotną rolę w kształtowaniu cech jakościowych żywności. Na sumaryczną aktywność przeciwutleniającą znacząco wpływa obecność proantocyjanidyn, czyli związków o charakterze oligomerów i polimerów katechin [5].

W przeprowadzonych badaniach oznaczono zawartość poszczególnych grup składników polifenolowych w surowych nasionach fasoli oraz w nasionach poddanych gotowaniu. Uzyskane wyniki pozwoliły na ocenę strat związków polifenolowych spowodowanych zastosowaną obróbką hydrotermiczną (tab. 2).

Tabela 2

Zawartość związków polifenolowych w nasionach fasoli.

Content of polyphenolic compounds in the bean seeds.

Odmiana fasoli Bean cultivar	Nasiona surowe Raw seeds [mg/100 g s.m./ d.m.]	Nasiona gotowane Cooked seeds [mg/100 g s.m./ d.m.]	Zachowalność polifenoli Retention of polyphenols [%]
Polifenole ogółem Total polyphenols			
Nigeria	605 ± 21,0	288 ± 13,0	47,6
Rawela	760 ± 33,0	293 ± 16,0	38,5
Augusta	581 ± 22,0	228 ± 14,0	39,2
Toffi	427 ± 20,0	191 ± 9,0	44,7
Laponia	73 ± 7,0	70 ± 4,0	95,9
Flawonoidy Flavonoids			
Nigeria	220 ± 12,0	134 ± 12,0	60,9
Rawela	275 ± 8,0	114 ± 5,0	41,4
Augusta	272 ± 14,0	117 ± 8,0	43,0
Toffi	189 ± 6,0	93 ± 6,0	49,2
Laponia	ślady	ślady	-
Flawanole Flavanols			
Nigeria	204 ± 8,0	108 ± 4,0	52,9
Rawela	187 ± 7,0	75 ± 4,0	40,1
Augusta	158 ± 6,0	64 ± 3,0	40,5
Toffi	154 ± 6,0	67±5,0	43,5
Laponia	11 ± 0,5	8 ± 0,5	72,7
Proantocyjanidyny Proanthocyanidins			
Nigeria	190 ± 8,0	45 ± 2,0	23,7
Rawela	185 ± 8,0	35 ± 2,0	18,9
Augusta	143 ± 5,0	30 ± 2,0	21,0
Toffi	141 ± 5,0	32 ± 2,0	22,7
Laponia	0	0	-

Nasiona surowe kolorowych odmian fasoli zawierały w 100 g s.m.:

- od 427 do 760 mg polifenoli ogółem,
- od 189 do 275 mg flawonoidów, co stanowiło 36–47% polifenoli ogółem,
- od 154 do 204 mg flawanoli, co stanowiło 25–36% polifenoli ogółem,

– od 141 do 190 mg proantocyjanidyn, co stanowiło 24–33% polifenoli ogółem.

Najbogatszym źródłem polifenoli i flawonoidów była fasola ‘Rawela’ – odmiana o nasionach ciemnoczerwonych, zaś najzasobniejsza we flawanole okazała się czarna ‘Nigeria’. Biała ‘Laponia’, w porównaniu z kolorowymi odmianami fasoli, była bardzo ubogim źródłem składników polifenolowych. W fasoli tej zawartość polifenoli ogółem i flawanoli była w przybliżeniu dziesięć razy mniejsza niż w pozostałych odmianach. Ponadto zawierała ona zaledwie śladowe ilości flawonoidów, a nie zawierała proantocyjanidyn.

W większości przypadków zastosowana obróbka termiczna nasion spowodowała ponad 50-procentowe straty składników polifenolowych. Największe ubytki tych związków stwierdzono w nasionach czerwonych odmian fasoli Rawela i Augusta. Zawartość polifenoli zmniejszyła się w nich o 61%, flawonoidów o 57–59%, flawanoli o 60%. Biała fasola ‘Laponia’ po ugotowaniu nadal pozostała produktem najuboższym w te składniki. Uzyskane wyniki zawartości składników polifenolowych w surowych nasionach fasoli są zbieżne z wynikami innych autorów [17, 20, 23]. Stwierdzone straty związków polifenolowych są porównywalne z rezultatami podobnych badań przeprowadzonych przez Biezanowską-Kopec i Pisulewskiego [4] oraz Jirathan i Liu [12].

Ze względu na dużą różnorodność naturalnych antyoksydantów w badaniach właściwości przeciwutleniających produktów żywnościowych zaleca się stosowanie więcej niż jednej metody analitycznej [9]. W pracy przedstawiono wyniki oznaczeń aktywności przeciwutleniającej wykonanych dwoma metodami: metodą z DPPH i metodą FRAP (tab. 3).

Uzyskane wyniki nie wskazały jednoznacznie odmiany o najwyższej aktywności przeciwutleniającej; według metody DPPH była to fasola ‘Rawela’, a według metody FRAP fasola ‘Nigeria’. W przypadku nasion gotowanych w obu przypadkach była to ‘Nigeria’. Analizując wyniki aktywności przeciwutleniającej i zawartość poszczególnych grup składników polifenolowych w nasionach potwierdzono, że aktywność przeciwutleniająca oznaczona metodą DPPH była w dużym stopniu dodatnio skorelowana z zawartością polifenoli ogółem, a zwłaszcza z zawartością flawonoidów, natomiast aktywność przeciwutleniająca oznaczona metodą FRAP była skorelowana przede wszystkim z zawartością flawanoli. Nasiona białej fasoli „Laponia”, o małej zawartości składników polifenolowych, charakteryzowały się ponad 10-krotnie niższą aktywnością przeciwutleniającą niż nasiona odmian kolorowych. Wysoka aktywność przeciwutleniająca kolorowych odmian fasoli świadczy o wyższej wartości biologicznej tych odmian w porównaniu z odmianami białymi.

Aktywność przeciwutleniająca surowych i gotowanych nasion fasoli kolorowej zawierała się w granicach:

– od 17,80 do 32,12 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ i od 6,80 do 11,64 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ (metoda DPPH),

- od 18,90 do 28,23 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ i od 7,68 do 15,20 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$ (metoda FRAP).

Tabela 3

Aktywność przeciwutleniająca nasion fasoli.
Antioxidant activity of the bean seeds.

Metoda analityczna Method	Odmiana fasoli Bean cultivar	Nasiona surowe Raw seeds	Nasiona gotowane Cooked seeds	Zachowalność aktywności przeciwutl. Retention of antioxidant activity [%]
		[$\mu\text{mol Trolox/g s.m./d.m.}$]		
DPPH	Nigeria	24,61 \pm 0,33	11,64 \pm 0,16	47,3
	Rawela	32,12 \pm 0,26	8,83 \pm 0,23	27,5
	Augusta	23,48 \pm 0,24	7,32 \pm 0,21	31,2
	Toffi	17,80 \pm 0,12	6,80 \pm 0,10	38,2
	Laponia	1,70 \pm 0,04	1,06 \pm 0,05	62,7
FRAP	Nigeria	28,23 \pm 0,98	15,20 \pm 0,87	53,9
	Rawela	25,11 \pm 0,87	9,14 \pm 0,81	36,4
	Augusta	20,43 \pm 0,38	8,16 \pm 0,26	39,9
	Toffi	18,90 \pm 0,45	7,68 \pm 0,29	40,6
	Laponia	1,94 \pm 0,09	1,20 \pm 0,05	61,9

Obróbka termiczna spowodowała duże, wynoszące od 50 do 70% w odmianach kolorowych i blisko 40% w odmianie białej, obniżenie aktywności przeciwutleniającej fasoli. Pomimo to aktywność przeciwutleniająca kolorowych nasion fasoli po gotowaniu pozostała nadal wysoka (6,80–15,20 $\mu\text{mol Trolox/g s.m.}$), najwyższą aktywność zachowała czarna fasola ‘Nigeria’. Aktywność przeciwutleniająca nasion poddanych gotowaniu była, podobnie jak w przypadku nasion surowych, skorelowana z zawartością związków polifenolowych.

Dodatnią korelację między zawartością związków polifenolowych w surowcach roślinnych a ich aktywnością przeciwutleniającą potwierdzają wyniki badań wielu innych autorów [17, 20, 23]. Jednak nie wszyscy obserwowali taką zależność. Heimler i wsp. [10], analizując na przestrzeni trzech lat poziom składników polifenolowych i aktywność przeciwutleniającą trzech odmian fasoli, stwierdzili, że odmiana fasoli najbogatsza w polifenole, proantocyjanidyny i flawonoidy charakteryzowała się zaledwie średnią aktywnością przeciwutleniającą. Badacze ci sądzą, że na aktywność przeciwutleniającą produktów ma wpływ zarówno ilość zawartych w nich związków polifenolowych, jak i udział oraz skład poszczególnych grup polifenoli w ogólnej puli tych substancji [9].

Nasiona pięciu odmian fasoli kolorowej, w tym czterech odmian analizowanych w niniejszych badaniach, były przedmiotem badań Korusa i wsp. [13]. Analizując skład chemiczny tych surowców nie stwierdzili oni istotnych różnic odmianowych w poziomie białka, tłuszczu, cukrów i błonnika pokarmowego. Wyniki niniejszych badań wskazują na duże różnice między odmianami pod względem zawartości składników polifenolowych oraz aktywności przeciwutleniającej. Nasiona kolorowych odmian fasoli są znacznie bogatszym źródłem związków polifenolowych w porównaniu z nasionami odmian białych, a właśnie składniki polifenolowe są nośnikiem aktywności przeciwutleniającej i w dużym stopniu odpowiadają za prozdrowotne właściwości fasoli kolorowej.

Wnioski

1. Spośród badanych odmian fasoli najwyższą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzowały się odmiany Nigeria i Rawela.
2. Aktywność przeciwutleniająca nasion fasoli poddanych gotowaniu była o 40–70% mniejsza w stosunku do nasion surowych, pomimo to aktywność kolorowych odmian fasoli pozostała nadal wysoka. Wskazuje to na wyższą wartość biologiczną fasoli kolorowej w porównaniu z fasolą białą.

Dziękujemy Państwu A. i Z. Witkom z PlantiCo w Szymanowie za udostępnienie prób nasion fasoli do przeprowadzenia przedstawionych badań.

Literatura

- [1] Amarowicz R., Troszyńska A.: Aktywność przeciwutleniająca i zdolność redukcyjna ekstraktu z czerwonej fasoli i jego frakcji. *Brom. Chem. Toksykol.*, 2005, **38 (2)**, 119-124.
- [2] Amarowicz R., Troszyńska A., Baryłko- Pikielna N., Shahidi F.: Polyphenolics extracts from legume seeds: correlations between total antioxidant activity, total phenolics content, tannins content and astringency. *J. Food Lipids*, 2004, **11**, 278-286.
- [3] Beninger C., Hosfield G.: Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 7879-7883.
- [4] Bieżanowska-Kopeć R., Pisulewski P.: Wpływ procesów termicznych i biologicznych na pojemność przeciwutleniającą nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.), *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **3 (48)**, 51-64.
- [5] Borowska J.: Owoce i warzywa jako źródło naturalnych przeciwutleniaczy (1). *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2003, **5**, 11-12.
- [6] Cardador- Martínez A., Loarca- Piña G., Oomah B. D.: Antioxidant activity in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**, 6975-6980.
- [7] Drużyńska B., Klepacka M.: Charakterystyka preparatów polifenoli otrzymanych z okrywy nasiennej fasoli czerwonej, brązowej i białej i ich właściwości przeciwutleniające. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2005, **4 (2)**, 119-128.

- [8] Dueñas M., Hernández T Estrella I.: Assessment of *in vitro* antioxidant capacity of the seed coat and the cotyledon of legumes in relation to their phenolic contents. *Food Chem.*, 2006, **98**, 95-103.
- [9] Frankel E., Meyer A.: Review. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multi-functional food and biological antioxidants. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 1925-1941.
- [10] Heimler D., Vignolini P., Dini M., Romani A.: Rapid test to assess the antioxidant activity of *Phaseolus vulgaris* L. dry beans. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, **53**, 3053-3056.
- [11] Horubała A.: Pojemność przeciwutleniająca i jej zmiany w procesach przetwarzania owoców i warzyw, *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1999, **3**, 30-31.
- [12] Jiratanan T., Liu R.: Antioxidant activity of processed table beets (*Beta vulgaris* var. *conditiva*) and green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52**, 2659-2670.
- [13] Korus J., Gumul D., Achremowicz B.: Skład chemiczny pięciu nowych odmian fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4 (45)**, 81-86.
- [14] Krupa U., Soral-Śmietana M.: Nasiona fasoli źródłem odżywczych i nieodżywczych makroskładników. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **2 (35)**, Supl., 98-111.
- [15] Kusznierewicz B., Wolska L. Bartoszek A., Namieśnik J.: Metody oznaczania *in vitro* właściwości przeciwutleniających próbek żywności. *Cz. I. Brom. Chem. Toksykol.*, 2006, **39 (3)**, 251-260.
- [16] Lipowski J., Jasińska U.: Produkty z nasion mniej znanych roślin strączkowych. *Przem. Ferm. Owoc. Warz*, 2005, **7**, 36-37.
- [17] Madhujith T., Nacz M., Shahidi F.: Antioxidant activity of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Food Lipids*, 2004, **11**, 220-233.
- [18] Nilsson J., Stegmark R., Åkesson B.: Total antioxidant capacity in different pea (*Pisum sativum*) varieties after blanching and freezing. *Food Chem.*, 2004, **86**, 501-507.
- [19] Oomah B. D., Cardador-Martínez A., Loarca-Piña G.: Phenolics and antioxidative activities in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Sci Food Agric.*, 2005, **85**, 935-942.
- [20] Pysz M., Bieżanowska R., Pisulewski P.: Porównanie wpływu zabiegów termicznych i kiełkowania na skład chemiczny, zawartość substancji nieodżywczych oraz wartość odżywczą białka nasion grochu i soi. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **1 (26)**, 85-91.
- [21] Rösch D., Bergman M., Knorr D., Kroh L.: Structure-antioxidant efficiency relationships of phenolic compounds and their contribution to the antioxidant activity of buckthorn juice. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 4233-4239.
- [22] Swain T., Hillis H., Honke J.: The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *J. Sci. Food Agric.*, 1959, **10**, 63-68.
- [23] Troszyńska A., Ciska E.: Phenolic compounds of seed coats of white and coloured varieties of pea (*Pisum sativum* L.) and their total antioxidant activity. *Czech J. Food Sci.*, 2002, **20, (1)**, 15-22.
- [24] Troszyńska A., Estrella J., López- Amores L., Hernández T.: Antioxidant activity of pea (*Pisum sativum* L.) seed coat acetone extract. *Lebensm. Wiss. U. Technol.*, 2002, **35**, 158-164.
- [25] Vinson J., Hao Y., Su X., Zubik L.: Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46**, 3630-3634.
- [26] 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.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE NEW BEAN CULTIVARS (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)**S u m m a r y**

The objective of the investigation was to determine the antioxidant activity of bean seeds, the effect of thermal processing on this activity, and the contents of different groups of polyphenol compounds in those beans.

The investigation material consisted of five new cultivars of bean seeds: four coloured cultivars: Augusta, Nigeria, Rawela, and Toffi, and one white: Laponia. The raw and cooked seeds were analyzed. The antioxidant activity of the products investigated was defined as the scavenging capability of synthetic free radical DPPH, as well as the efficiency of reducing TPTZ-complexed Fe(III) ions (FRAP method). Spectrophotometric methods were applied to determine polyphenol compounds.

Seeds of the coloured bean varieties turned out to be a rich source of polyphenol compounds, they contained from 427 mg (Toffi) to 760 mg (Rawela) of polyphenols in total per 100 g d.m.. The antioxidant activity of the four bean varieties was 10 to 20 times higher than the antioxidant activity of the white variety, and was correlated with the contents of polyphenol compounds.

When the beans were hydro-thermally processed, the contents of polyphenol compounds in them decreased by more than 50%, thus, their antioxidant activity decreased, too. However, the activity of the coloured bean varieties remained high, and this shows that the biological value of those varieties is higher compared with the white bean varieties.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, polyphenol compounds, antioxidant activity, DPPH, FRAP ☒

MARIAN REMISZEWSKI, MAŁGORZATA KULCZAK, KRZYSZTOF
PRZYGOŃSKI, EUGENIUSZ KORBAS, MARIA JEŻEWSKA

**ZMIANY AKTYWNOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCEJ NASION
FASOLI KOLOROWEJ ‘RED KIDNEY’ (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)
POD WPLYWEM RÓŻNYCH FORM OBRÓBKI
HYDROTERMICZNEJ**

Streszczenie

Celem badań było prześledzenie zmian właściwości przeciwutleniających nasion fasoli ‘Red Kidney’, podczas ich obróbki hydrotermicznej, związanej z przetwarzaniem nasion na mąkę instant, z zastosowaniem gotowania, parowania pod ciśnieniem i ekstruzji.

W suchych nasionach i po kolejnych etapach obróbki hydrotermicznej oznaczano zawartość polifenoli oraz aktywność przeciwutleniającą metodami z ABTS i DPPH. Przeprowadzono też analizę sensoryczną uzyskanych mąk instant.

Stwierdzono, że wszystkie procesy przetwarzania nasion na mąkę powodowały zmniejszenie zawartości polifenoli oraz obniżenie aktywności przeciwutleniającej w produktach finalnych. Najmniejsze straty, wynoszące około 20–25% w stosunku do surowca, obserwowano w procesie ekstruzji. Właściwości przeciwutleniające mąk instant, otrzymanych metodami gotowania i parowania były porównywalne.

Najatrakcyjniejsza sensorycznie okazała się mąka uzyskana metodą parowania.

Słowa kluczowe: fasola kolorowa, polifenole, aktywność przeciwutleniająca, parowanie, gotowanie, ekstruzja

Wprowadzenie

Polifenole – nieodżywcze substancje pochodzenia roślinnego stanowią największą grupę naturalnych przeciwutleniaczy, bardzo zróżnicowanych pod względem struktury i właściwości. Bioaktywność tych związków można powiązać z ich zdolnością do przerywania reakcji wolnorodnikowej (wygaszania wolnych rodników). Polifenole, tworząc rodniki o wysokiej stabilności są mało reaktywne, co decyduje o ich właściwościach przeciwutleniających. Duże ich ilości znajdują się w herbacie, winie, owo-

*Doc. dr inż. M. Remiszewski, dr inż. M. Kulczak, dr K. Przygoński, inż. E. Korbas, mgr inż. M. Jeżewska
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie, Oddział Koncentratów w Poznaniu,
ul. Starołęcka 40, 61-361 Poznań*

cach czy warzywach krzyżowych [22]. Zawartość polifenoli w roślinach uzależniona jest od wielu czynników: odmiany, miejsca uprawy, rodzaju gleby [15, 20]. Źródłem polifenoli są również rośliny strączkowe. Dominującymi polifenolami w ich nasionach są taniny oraz należące do flawonoli: kwercetyna i kempferol. Związki te zgromadzone są, przede wszystkim, w okrywach nasiennych strączkowych, przy czym np. w fasoli kolorowej może ich być nawet kilkanaście razy więcej niż w białej [10, 18, 20].

Suche nasiona roślin strączkowych, jako produkty wysoko skrobiowe, wymagają odpowiedniego przetworzenia w celu uzyskania produktu przeznaczonego do spożycia. Najczęstszą formą ich obróbki jest gotowanie [21]. W warunkach przemysłowych, w celu uzyskania szerszego asortymentu produktów z nasion strączkowych (mąki, produktów typu snack, produktów fermentowanych) stosuje się różne zabiegi np. parowanie pod zwiększonym ciśnieniem, ekstruzję czy procesy biotechnologiczne, które w istotny sposób wpływają na zawartość i aktywność biologiczną przeciwutleniaczy w uzyskiwanych produktach. Liczne badania wskazują na znaczne zmniejszenie właściwości przeciwutleniających produktów pod wpływem drastycznych zabiegów termicznych i hydrotermicznych, takich jak: sterylizacja, ekstruzja, długotrwałe gotowanie i in. [1, 2, 7, 11, 15, 17]. Powyższe zabiegi technologiczne w różnym stopniu wpływają na obniżenie aktywności przeciwutleniającej przetwarzanych surowców. Brak jest jednak prac, w których porównano by, który sposób obróbki jest najkorzystniejszy dla zachowania tych właściwości w przypadku określonego materiału badawczego, np. tej samej odmiany fasoli.

W związku z powyższym, w niniejszej pracy podjęto badania, których celem była ocena zmian właściwości przeciwutleniających nasion fasoli krajowej odmiany kolorowej 'Red Kidney' podczas ich przetwarzania na mąkę instant metodami gotowania, parowania i ekstruzji.

Materiał i metody badań

Suche nasiona fasoli kolorowej 'Red Kidney' zakupiono w sieci handlu detalicznego. Przetwarzano je na mąkę instant, stosując trzy różne formy obróbki technologicznej: gotowanie, parowanie i ekstruzję. Dwie pierwsze formy obróbki technologicznej nasion obejmowały etapy: moczenie (3-krotna objętość wody w stosunku do surowca - próby zalewano wrzącą wodą i pozostawiano na 2,5 godz. w temp. pokojowej), obróbkę termiczną metodą parowania (po usunięciu wody z moczenia fasoli, autoklaw laboratoryjny – ciśnienie 0,1 MPa, temp. 121°C, czas 45 min) lub metodą gotowania (w wodzie z moczenia fasoli – czas 1 godz.), a następnie rozdrabnianie (urządzenie typu wilk), suszenie w suszarce fluidyzacyjnej (temp. 60°C, czas 30 min) i mielenie na mąkę (młynek młotkowy, wielkość cząstek $\leq 0,3$ mm). Trzecia z zastosowanych form obróbki - ekstruzja obejmowała rozdrabnianie suchych nasion (młyn młotkowo-bijakowy, wielkość cząstek 4–5 mm), nawilżanie ich wodą do ok. 20%

i kondycjonowanie (1 godz.), właściwy proces ekstruzji w ekstruderze jednoślিমakowym S-45 Metalchem - Gliwice (temp. 130-140/160–165/170°C w poszczególnych sekcjach, obroty ślimaka – 110–120 obr./min) i mielenie uzyskanego ekstrudatu na mąkę (młynek młotkowy, wielkość cząstek $\leq 0,3$ mm).

Obróbkę technologiczną prowadzono na 2-kilogramowych próbach surowca w Zakładzie Doświadczalnym Oddziału Koncentratów IBPRS. Badania wykonano w 3 powtórzeniach.

W suchych nasionach oraz po kolejnych etapach obróbki technologicznej wykonywano oznaczenia metodami spektrofotometrycznymi:

- zawartości sumy polifenoli (w przeliczeniu na kwas galusowy - GAE) według Singletona i Rossiego [19] z wykorzystaniem reakcji z odczynnikiem fenolowym Folina i Ciocalteu'a,
- aktywności przeciwutleniającej (w przeliczeniu na Trolox) wobec odczynnika ABTS według Re i wsp. [16] i wobec odczynnika DPPH według Nuutila i wsp. [12] oraz Chu i wsp. [4].

Ekstrakcję związków fenolowych do ww. oznaczeń przeprowadzono poprzez wytrząsanie 1g zmielonej na mąkę próby (wielkość cząstek $\leq 0,3$ mm) z 10 ml 70% (v/v) wodnego roztworu acetonu w temp. 20°C (ekstrakcja jednokrotna). Oznaczenia wykonywano w 2 powtórzeniach.

Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu programu Statistica 5. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem F Snedecora na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Przeprowadzono również analizę sensoryczną uzyskanych mąk, oceniając ich wygląd, zapach, smak i konsystencję [14]. Zastosowano 5-punktową skalę ocen. Zespół oceniający składał się z 6 osób.

Wyniki i dyskusja

Nasiona fasoli 'Red Kidney' poddawane obróbce technologicznej z wykorzystaniem metody parowania i gotowania pochodziły z partii roślin uprawianych w 2004 r., a z wykorzystaniem ekstruzji – z 2005 r. Jak wynika z danych przedstawionych w tab. 1., zawartość sumy polifenoli w surowcu pochodzącym z różnych partii (2004, 2005) była różna. Wyniki te znajdują potwierdzenie w danych literaturowych, wskazujących na zależność poziomu zawartości polifenoli w strączkowych od odmiany, miejsca i czasu uprawy [5, 6, 13]. Np. zawartość flawonoidów badanych przez Dinelli i wsp. [5] w tych samych 3 odmianach fasoli, pochodzących z upraw w latach 2001–2003 różniła się o 20–50% zależnie od odmiany i roku uprawy. Także Oomah i wsp. [13], badając 6 odmian fasoli (pochodzącej z tego samego źródła) w latach 1999 i 2000, stwierdzili o ok. 30% większą zawartość polifenoli w 2000 roku, sugerując, że przyczyną tego mogły być panujące wówczas bardziej suche warunki atmosferyczne.

Proces obróbki termicznej badanej fasoli metodą parowania i gotowania wpłynął na znaczne zmniejszenie zawartych w niej polifenoli (tab. 1). Zmiany zawartości tych związków, statystycznie istotne ($p < 0,05$), notowano po namoczeniu surowca, po procesach termicznych (gotowaniu lub parowaniu) i po zmieleniu nasion na mąkę. Zmiany zawartości polifenoli obserwowane w mąkach instant w przypadku obu zastosowanych form obróbki technologicznej badanej fasoli były porównywalne. Suma polifenoli w mąkach po parowaniu i gotowaniu wynosiła odpowiednio 1,63 mg GAE/g s.m. i 1,82 mg GAE/g s.m. Zawartość polifenoli w nasionach poddanych obróbce termicznej metodą ekstruzji również uległa zmniejszeniu (tab. 1). Zawartość polifenoli w surowcu i w otrzymanej mące wynosiła odpowiednio 4,34 mg GAE/g s.m. i 3,50 mg GAE/g s.m. ($p < 0,05$). Straty polifenoli nie przekraczały 20%, podczas gdy w mąkach po obróbce metodą parowania i gotowania nasion sięgały odpowiednio 70 i 66%.

Tabela 1

Zawartość sumy polifenoli w fasoli kolorowej 'Red Kidney', poddanej obróbce hydrotermicznej metodami parowania, gotowania i ekstruzji.

The content of total polyphenols in coloured bean 'Red Kidney' processed hydro-thermally using autoclaving, boiling and extrusion methods.

Fasola 'Red Kidney' po kolejnych etapach obróbki technologicznej 'Red Kidney' bean after the individual steps of technological processing	Zawartość sumy polifenoli [mg GAE/g s.m.] Content of total polyphenols [mg GAE/g d.m.]		
	Forma obróbki hydrotermicznej Hydrothermal processing method		
	parowanie autoclaving	gotowanie boiling	ekstruzja extrusion
Surowiec Raw material	5,36 ± 0,02 ^a	5,36 ± 0,02 ^a	4,34 ± 0,06 ^a
Po namoczeniu After soaking	3,67 ± 0,65 ^b	3,62 ± 0,01 ^b	-
Po parowaniu After autoclaving	2,11 ± 0,03 ^c	-	-
Po gotowaniu After boiling	-	3,50 ± 0,01 ^c	-
Mąka Flour	1,63 ± 0,06 ^d	1,82 ± 0,16 ^d	3,50 ± 0,42 ^b

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Różnice statystycznie istotne w kolumnach ($p < 0,05$) oznaczono różnymi literami

Statistically significant differences in columns are marked by different letters ($p < 0,05$)

Destruktywny wpływ gotowania oraz parowania pod ciśnieniem nasion fasoli kolorowej na zawarte w niej polifenole wykazali też inni autorzy [1, 3, 7, 8]. W badaniach Biezanowskiej-Kopeć i Pisulewskiego [3] straty polifenoli w fasoli kolorowej 'Małopolanka' podczas parowania pod zwiększonym ciśnieniem (30 min) wynosiły

38%, a podczas gotowania (60 min) – 54%. Podobne tendencje obserwowali Jjiratan i Liu [7], którzy po gotowaniu zielonej fasoli w puszkach notowali w niej 55–65% ubytek polifenoli, zależnie od zastosowanej temperatury (100, 115 i 121°C).

W obserwacjach innych autorów także proces ekstruzji nasion fasoli wpływał na zmniejszenie w nich zawartości polifenoli. Alonso i wsp. [1] stwierdzili wyraźne, sięgające 46% straty zawartości polifenoli w badanej przez nich fasoli czerwonej *Athropurpurea*, poddanej obróbce technologicznej metodą ekstruzji. Także Korus i wsp. [8], badając 5 różnych odmian fasoli kolorowej notowali 22–37% zmniejszenie zawartości tych związków (w zależności od odmiany fasoli) pod wpływem ekstruzji.

Analogiczne tendencje spadkowe obserwowano w niniejszej pracy także w przypadku analizy zmian aktywności przeciwutleniającej z ABTS (tab. 2) i z DPPH (tab. 3).

Tabela 2

Aktywność przeciwutleniająca fasoli kolorowej 'Red Kidney', poddanej obróbce hydrotermicznej metodami parowania, gotowania i ekstruzji, wobec odczynnika ABTS.

The antioxidant activity of coloured bean 'Red Kidney' processed hydro-thermally using autoclaving, boiling, and extrusion, as determined by an ABTS method.

Fasola 'Red Kidney' po kolejnych etapach obróbki technologicznej 'Red Kidney' bean the after individual steps of technological processing	Aktywność przeciwutleniająca ABTS [mg Troloxu/g s.m.] Antioxidant activity [mg Trolox/g d.m.]		
	Forma obróbki hydrotermicznej Hydrothermal processing method		
	parowanie autoclaving	gotowanie boiling	ekstruzja extrusion
Surowiec Raw material	16,13 ± 0,11 ^a	16,13 ± 0,11 ^a	15,32 ± 0,32 ^a
Po namoczeniu After soaking	10,64 ± 2,29 ^b	8,35 ± 0,20 ^c	-
Po parowaniu After autoclaving	7,48 ± 0,42 ^c	-	-
Po gotowaniu After boiling	-	10,50 ± 0,30 ^b	-
Mąka Flour	4,85 ± 0,74 ^d	4,88 ± 0,01 ^d	11,60 ± 1,52 ^b

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

Tabela 3

Aktywność przeciwutleniająca fasoli kolorowej 'Red Kidney', poddanej obróbce hydrotermicznej metodami parowania, gotowania i ekstruzji, wobec odczynnika DPPH.

The antioxidant activity of coloured bean 'Red Kidney' processed hydro-thermally using autoclaving, boiling, and extrusion as determined by a DPPH method.

Fasola 'Red Kidney' po kolejnych etapach obróbki technologicznej 'Red Kidney' bean after the individual steps of technological processing	Aktywność przeciwutleniająca DPPH [mg Troloxu/g s.m.] Antioxidant activity [mg Trolox/g d.m.]		
	Forma obróbki hydrotermicznej Hydrothermal processing method		
	parowanie autoclaving	gotowanie boiling	ekstruzja extrusion
Surowiec Raw material	6,69 ± 0,04 ^a	6,69 ± 0,04 ^a	8,59 ± 0,02 ^a
Po namoczeniu After soaking	5,69 ± 0,50 ^b	6,24 ± 0,16 ^b	-
Po parowaniu After autoclaving	3,27 ± 0,80 ^c	-	-
Po gotowaniu After boiling	-	5,37 ± 0,08 ^c	-
Mąka Flour	2,60 ± 0,13 ^d	2,42 ± 0,05 ^d	6,82 ± 0,89 ^b

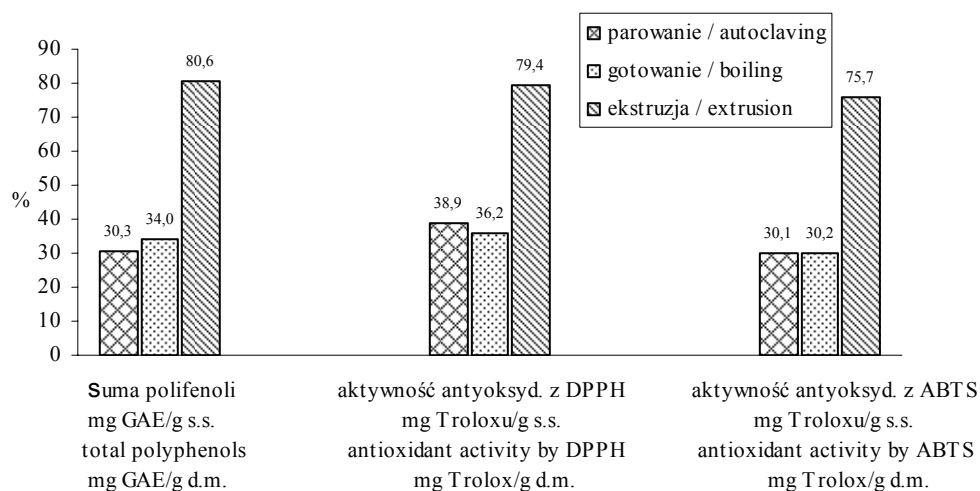
Różnice istotne statystycznie w kolumnach ($p < 0,05$) oznaczono różnymi literami.

Statistically significant differences in columns are marked by different letters ($p < 0,05$).

Aktywność przeciwutleniająca suchych nasion fasoli 'Red Kidney' z 2004 r. oceniana metodą z ABTS wynosiła 16,1 mg Troloxu/g s.m. i po kolejnych etapach obróbki technologicznej (metoda parowania i gotowania) ulegała stopniowemu obniżeniu, osiągając w mące poziom 4,85 - 4,88 mg Troloxu/g s.m. Aktywność przeciwutleniająca z ABTS w nasionach z 2005 r. wynosiła 15,32 mg Troloxu/g s.m., a po ekstruzji – 11,60 ($p < 0,05$). Notowany 20% spadek aktywności przeciwutleniającej w mące po ekstruzji był zdecydowanie mniejszy niż w przypadku mąki po parowaniu (69%) i gotowaniu (64%) (rys. 1).

Aktywność przeciwutleniająca oceniana metodą z DPPH w suchych nasionach (poddawanych parowaniu i gotowaniu), wynosiła 6,69 mg Troloxu/g s.m. i ulegała obniżeniu po kolejnych etapach obróbki technologicznej. Zarówno w mące uzyskanej metodą parowania, jak i gotowania była podobna i wynosiła odpowiednio 2,60 i 2,42 mg Troloxu/g s.m. Aktywność przeciwutleniająca z DPPH w nasionach poddawanych ekstruzji w tym przypadku ulegała znacznie mniejszemu obniżeniu, wynosząc w badanym surowcu i w mące odpowiednio 8,59 i 6,82 mg Troloxu/g s.m. Także w tej meto-

dzie pomiaru aktywności przeciwutleniającej obserwowane straty po zastosowanej ekstruzji nie przekraczały 25%, podczas gdy po gotowaniu i parowaniu wynosiły około 70%. Odmienne wyniki w tej metodzie pomiaru aktywności uzyskali Biezanowska-Kopeć i Pisulewski [3], badając wspomnianą już fasolę 'Małopolanka', bowiem w przypadku parowania nasion nie obserwowali oni zmian aktywności przeciwutleniającej, a proces gotowania powodował 17% obniżenie aktywności mierzonej tą metodą. Wyniki porównywalne do uzyskanych przez autorów niniejszej pracy przedstawili natomiast Korus i wsp. [9] w innej swojej pracy dotyczącej badania zmian aktywności przeciwutleniającej 5 odmian fasoli kolorowej pod wpływem ekstruzji. Wykazane przez nich straty aktywności przeciwutleniającej po tym procesie wynosiły 5–27% przy pomiarze aktywności metodą z ABTS i 4–10% – metodą z DPPH, w zależności od badanej odmiany fasoli.



Rys. 1. Stopień zachowania sumy polifenoli i aktywności przeciwutleniającej wobec ABTS i DPPH w mąkach z fasoli 'Red Kidney', uzyskanych metodami parowania, gotowania i ekstruzji nasion [%].

Fig. 1. Preservation degree of the summarized polyphenols and antioxidant activity, determined using ABTS and DPPH methods, of the 'Red Kidney' bean flour types produced by autoclaving, boiling, and extrusion [%].

W ramach pracy przeprowadzono również ocenę sensoryczną mąk instant otrzymanych omówionymi wyżej metodami. Ocena ta wykazała, że atrakcyjniejsza pod względem sensorycznym była mąka uzyskana metodą parowania i gotowania (4,3 pkt). Zachowywała ona charakterystyczną czerwono-fioletową barwę, smak i zapach typowe dla fasoli oraz dobrze „roztwarzała się” w gorącej wodzie, podczas gdy mąka uzyskana metodą ekstruzji wykazywała mało charakterystyczne dla fasoli cechy smakowe

i zapachowe, zmienioną barwę (szarofioletową) i słabszą roztwarzalność w wodzie (3,5 pkt).

Wnioski

1. Obróbka hydrotermiczna fasoli kolorowej 'Red Kidney' metodami parowania, gotowania i ekstruzji wpłynęła na zmniejszenie zawartości w niej polifenoli i aktywności przeciwutleniającej.
2. Obróbka technologiczna fasoli 'Red Kidney' metodami gotowania lub parowania, zakończona suszeniem rozdrobnionych nasion, powodowała znaczne – prawie 70% zmniejszenie zarówno zawartości polifenoli, jak i aktywności przeciwutleniającej.
3. Mąka z fasoli 'Red Kidney', otrzymana w procesie ekstruzji, charakteryzowała się większą zawartością polifenoli i silniejszymi właściwościami przeciwutleniającymi niż mąki uzyskane z wykorzystaniem metod parowania i gotowania.

Praca naukowa finansowana ze środków Ministra Nauki w latach 2004-2006, jako projekt badawczy zamawiany PBZ-KBN-094/P06/2003.

Literatura

- [1] Alonso R., Aguirre A., Marzo F.: Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chem.*, 2000, **2 (68)**, 159-165.
- [2] Alonso R., Grant G., Dewey P., Marzo F.: Nutritional assessment in vitro and in vivo of raw and extruded peas (*Pisum sativum* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 2286-2290.
- [3] Bieżanowska-Kopeć R., Pisulewski P. M.: Wpływ procesów termicznych i biologicznych na pojemność przeciwutleniającą nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **3 (48)**, 51-64.
- [4] Chu Y.H., Chang C.L., Hsu H.F.: Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 561-566.
- [5] Dinelli G., Bonetti A., Minelli M., Marotti I., Catizone P., Mazzanti A.: Content of flavonols in Italian bean (*Phaseolus vulgaris* L.) ecotypes. *Food Chem.*, 2006, **99**, 105-114.
- [6] Hempel J., Bohm H.: Quality and quantity of prevailing flavonoid glycosides of yellow and green french beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44**, 2114-2116.
- [7] Jiratanan T., Liu R. H.: Antioxidant activity of processed table beets (*Beta vulgaris* var. *conditiva*) and green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52**, 2659-2670.
- [8] Korus J., Gumul D., Achremowicz B., Gibiński M.: Zmiana zawartości związków bioaktywnych w nasionach fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) w zależności od warunków ekstruzji. *Mat. XXXVII Sesji Nauk. KNoŻ PAN, Gdynia 2006*, s. 188.
- [9] Korus J., Gumul D., Achremowicz B., Gibiński M.: Wpływ procesu ekstruzji na aktywność antyoksydacyjną nasion fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.). *Mat. XXXVII Sesji Nauk. KNoŻ PAN, Gdynia 2006*, s.184.
- [10] Mikołajczak A., Drużyńska B.: Antyoksydacyjne właściwości polifenoli okryw nasiennych fasoli kolorowej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **3 (20)** supl., 112-117.

- [11] Mościcki L.: Zmiany właściwości fizykochemicznych surowców roślinnych poddawanych procesowi ekstruzji. Cz. 1 Fizykochemiczne zmiany ekstrudatów. Przegl. Zboż. Młyn., 2002, **6**, 27-29.
- [12] Nuutila A. M., Puupponem-Pimia R., Aarni M., Oksman-Caldentey K-M.: Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. Food Chem., 2003, **81**, 485-493.
- [13] Oomah D., Cardaror-Martinez A., Loarca-Pina G.: Phenolics and antioxidative activities in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Sci Food Agric., 2005, **85**, 935-942.
- [14] PN-ISO 4121:1998 Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [15] Price K.R., Colquhoun I.J., Barnes K.A., Rhodes M.J.C.: Composition and content of flavonol glycosides in green beans and their fate during processing. J. Agric. Food Chem., 1998, **46**, 4898-4903.
- [16] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology And Medicine, 1999, **26**, 1231-1237.
- [17] Remiszewski M., Kulczak M., Przygoński K., Korbas E., Jeżewska M.: Zmiany aktywności antyoksydacyjnej nasion wybranych roślin strączkowych podczas ich obróbki technologicznej. Bromat. Chem. Toksykol., 2006, **39** (supl.), 503-507.
- [18] Remiszewski M., Przygoński K., Kulczak M., Jeżewska M.: Optymalizacja układu ekstrakcyjnego i ocena właściwości przeciwutleniających nasion wybranych roślin strączkowych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **1** (46) supl., 127-135.
- [19] Singleton V.L., Rossi J.A.jr.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic., 1965, **16**, 144-158.
- [20] Troszyńska A., Bednarska A., Łatosz A., Kozłowska H.: Polyphenolic compounds in the seed coat of legume seeds. Pol. J. Food Nutr. Sci. , 1997, **6** (47), 3, 37-45.
- [21] Waszkiewicz-Robak B.: Wykorzystanie nasion roślin strączkowych w technologii gastronomicznej W: Podstawy technologii gastronomicznej - pod red. S. Zalewskiego. WNT, Warszawa 1993, s.119-140.
- [22] Wilska-Jeszka J.: Inne naturalne składniki żywności. W: Funkcjonalne właściwości składników żywności – pod red. Z. E. Sikorskiego. WNT, Warszawa 1994, s. 461-482.

**CHANGES IN THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF 'RED KIDNEY' BEAN SEEDS
(*PHASEOLUS VULGARIS* L.) OWING TO VARIOUS HYDROTHERMAL PROCESSING
METHODS APPLIED**

S u m m a r y

The objective of the paper was to follow through changes in the antioxidant properties of 'Red Kidney' beans during their hydro-thermal processing: boiling, autoclaving, and extrusion, connected with converting bean seeds into instant flour.

The content of total polyphenols and the antioxidant activity were determined in raw seeds and after the successive stages of hydro-thermal processing with the use of ABTS and DPPH methods. Furthermore, a sensory analysis of the instant flour types produced was carried out.

It was found that all the processing procedures of converting seeds into flour caused the content of polyphenols to decrease and the antioxidant activity in the final products to drop. The smallest losses were observed during the process of extrusion and amounted to approx. 20–25% compared to the raw material. The antioxidant properties of instant flour types produced using boiling or autoclaving were comparable.

The flour type produced using autoclaving turned out to show the most attractive sensory attributes among all other flour products.

Key words: coloured bean, polyphenols, antioxidant activity, autoclaving, boiling, extrusion ctins ☒

MIROŚLAWA SZLACHTA, MARIA MAŁECKA

WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWIUTLENIAJĄCE HERBATEK OWOCOWYCH

Streszczenie

Celem niniejszej pracy była próba określenia aktywności przeciwutleniającej suszy owocowych jako czynnika kształtującego prozdrowotne właściwości herbatek owocowych. Przebadano napary handlowych herbatek owocowych o smakach uznanych przez polskich konsumentów oraz napary sporządzone z suszy wykorzystywanych do ich produkcji. Analizie poddano 11 różnych surowców: dziką różę, aronię, hibiskus, malinę, truskawkę, jeżynę, borówkę czernicę, czarną i czerwoną porzeczkę, czarny bez oraz jabłko. Susze owocowe odznaczające się najsilniejszymi właściwościami przeciwrodnikowymi użyto do skomponowania eksperymentalnych mieszanek o wysokiej aktywności przeciwutleniającej.

Określono właściwości przeciwrodnikowe analizowanych prób za pomocą testu z rodnikiem DPPH (rodnik 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazylowy). Ponadto w badanych naparach oznaczono zawartość związków polifenolowych ogółem metodą Folina-Ciocalteu'a.

Stwierdzono znaczne zróżnicowanie aktywności przeciwutleniającej oraz zawartości związków polifenolowych w zależności od rodzaju suszu owocowego. Zawartość związków fenolowych wynosiła od 1,1 do 61,6 mg/100 ml naparu. Zdolność dezaktywacji DPPH przez badane surowce kształtowała się na poziomie od około 11 do ponad 80% początkowej ilości rodnika. Eksperymentalne herbatki odznaczały się większymi właściwościami przeciwutleniającymi niż herbatki handlowe. Zmiana proporcji poszczególnych składników herbatek pozwoliła na uzyskanie produktu o zwiększonej zdolności redukcji rodnika DPPH. Wyniki badań wskazują na możliwość kształtowania przeciwutleniających właściwości herbatek owocowych poprzez zmianę proporcji ich komponentów. Dalsze badania powinny zmierzać w kierunku dopracowania receptury eksperymentalnych herbatek celem uzyskania pożądanego walorów smakowo-zapachowych.

Słowa kluczowe: aktywność przeciwutleniająca, związki fenolowe, napary z suszy owocowych, herbatki owocowe

Wprowadzenie

Uwaga technologów żywności koncentruje się na wprowadzaniu nowych produktów, mających na celu zaspokojenie i kreowanie potrzeb współczesnego konsumenta. W odniesieniu do żywności, potrzeby te zorientowane są w ostatnich latach m.in. na

prozdrowotne jej cechy. Następstwem tych zmian jest dynamicznie rozwijający się rynek żywności funkcjonalnej, zawierającej składniki prozdrowotne.

Istotnym warunkiem zdrowia człowieka jest rodzaj spożywanej żywności, co wykazują wyniki badań nad etiologią wielu schorzeń [9, 16]. Dietozależny charakter wielu zaburzeń zdrowia umożliwia prewencję chorób poprzez włączanie do diety produktów pozytywnie wpływających na dobre samopoczucie, rozwój i funkcjonowanie organizmu człowieka oraz obniżających ryzyko wystąpienia takich chorób.

Szeroko prowadzone są badania dotyczące występowania w żywności bioaktywnych składników, które mogą wywoływać korzystne efekty w organizmie człowieka. Szczególnie wiele uwagi poświęcono w ostatnich latach związkom fenolowym ze względu na ich przeciwutleniające, przeciwzapalne i przeciwnowotworowe działanie [1, 2, 4, 6, 15]. Wykazując właściwości przeciwutleniające, polifenole stanowią istotne czynniki w walce ze szkodliwymi dla organizmu wolnymi rodnikami. Surowce roślinne bogate w przeciwutleniacze fenolowe znajdują więc zastosowanie w produkcji handlowych ekstraktów – suplementów diety. W Europie wykorzystuje się w tym celu głównie zieloną herbatę (około 50% rynkowych ekstraktów polifenoli), pestki winogron (20–25%) i korę sosny. Produkty bogate w związki fenolowe, m.in. zielona herbata, owoce i warzywa, soki owocowe, niektóre zioła oraz przyprawy, jako część składowa codziennej, dobrze zbilansowanej diety mogą wpływać na prozdrowotne efekty spożywanej żywności [3, 5, 7, 8]. Liczne prace poświęcono badaniom herbat zielonych, czarnych i czerwonych, natomiast niewiele jest danych dotyczących właściwości przeciwutleniających herbatek produkowanych z suszy owocowych. Herbatki owocowe o różnorodnych walorach smakowo-zapachowych cieszą się tymczasem wzrastającym zainteresowaniem konsumentów.

Celem przeprowadzonych badań było określenie właściwości przeciwutleniających herbatek owocowych oraz suszy owocowych używanych do produkcji herbatek. Podjęto również próbę wykorzystania aktywności przeciwutleniającej suszy jako czynnika kształtującego prozdrowotne właściwości herbatek i sporządzono eksperymentalne mieszanki suszy o możliwie najwyższych właściwościach przeciwutleniających.

Material i metody badań

Przedmiot badań stanowiły handlowe herbatki owocowe o dwóch smakach: malinowym i z dzikiej róży, pochodzące od trzech krajowych producentów (A, B i C) oraz susze owocowe stosowane do produkcji herbatek. Analizie poddano 11 surowców – suszy uzyskanych z różnych rodzajów owoców.

Z suszy i herbatek owocowych przygotowywano napary, stosując procedurę zalecaną przez Polską Normę [10]. Uzyskane napary, po odwirowaniu (4500 obr./min) w ciągu 10 min i przesączeniu, przeznaczano do badań.

W przygotowanych naparach z suszy oraz herbatek oznaczano zawartość związków fenolowych metodą Folina-Ciocalteu'a. Określenie zdolności wygaszania rodnika DPPH (rodnik 2,2-difenylo-1-pikrylhydrazylowy) przez herbatki handlowe trzech producentów oraz susze owocowe wykorzystywane do produkcji herbatek stanowiło kolejny etap badań. Na podstawie wyników analiz 11 suszy wytypowano cztery próbki o największej zdolności wygaszania DPPH. Posłużyły one do skomponowania sześciu herbatek eksperymentalnych o możliwie największych właściwościach przeciwutleniających.

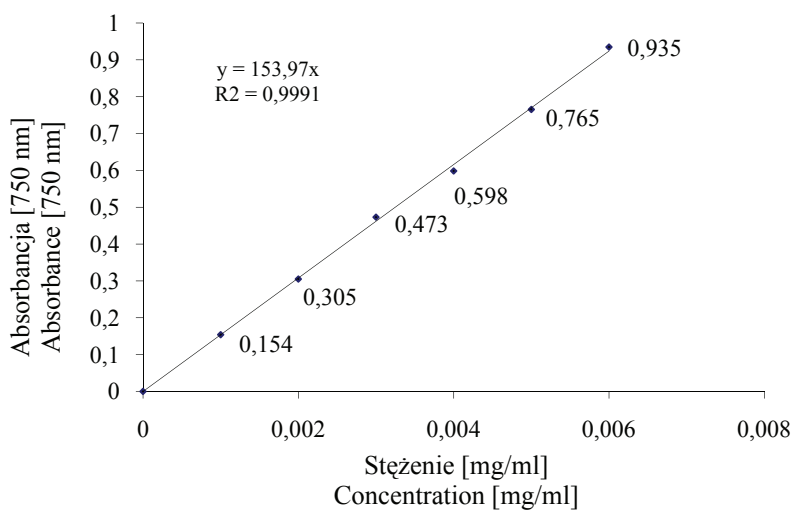
Wszystkie analizowane próbki wraz ze skrótami stosowanymi w dalszej części pracy zestawiono w tab. 1.

Tabela 1

Materiał badawczy.
Materials.

Próba Sample	Stosowany skrót Abbreviation used
Susz owocowy (rodzaj owocu) / Dried fruit (type of fruit):	
Dzika róża / Rosehip	DR
Aronia / Chokeberry	A
Hibiskus / Hibiscus	H
Truskawka / Strawberry	T
Malina / Raspberry	M
Jeżyna / Blackberry	JEŻ
Borówka czernica / Bilberry	JAG
Czarna porzeczka / Black Currant	CZ P
Czarny bez / Black Elderberry	CZ B
Czerwona porzeczka / Red Currant	CZERW P
Jabłko / Apple	J
Herbatka owocowa (producent) / Fruit tea (producer):	
Malina (A) / Raspberry (A)	M_A
Malina (B) / Raspberry (B)	M_B
Malina (C) / Raspberry (C)	M_C
Dzika róża (A) / Rosehip (A)	DR_A
Dzika róża (B) / Rosehip (B)	DR_B
Dzika róża (C) / Rosehip (C)	DR_C
Herbatka eksperymentalna / Experimental tea:	
Hibiskus i malina / Hibiscus and raspberry	E_1
Dzika róża i aronia / Rosehip and chokeberry	E_2
Hibiskus, malina, dzika róża i aronia / Hibiscus, raspberry, rosehip and chokeberry	E_3
Dzika róża, hibiskus i malina / Rosehip, hibiscus and raspberry (1)	E_4
Dzika róża, hibiskus i malina / Rosehip, hibiscus and raspberry (2)	E_5
Dzika róża i malina / Rosehip and raspberry	E_6

Zawartość związków fenolowych ogółem w badanych naparach oznaczano metodą kolorymetryczną z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu'a według metodyki Singleton i Rossi [12]. Pomiarów absorbancji dokonywano przy długości fali $\lambda = 725$ nm przy użyciu spektrofotometru Genesys 2 firmy Milton Roy. Zawartość związków fenolowych w przeliczeniu na kwas kawowy odczytywano z krzywej wzorcowej (rys. 1).



Rys. 1. Krzywa wzorcowca do oznaczania zawartości związków polifenolowych ogółem w przeliczeniu na kwas kawowy.

Fig. 1. Standardization curve to determine total polyphenolic compounds expressed as caffeic acid equivalents.

Właściwości przeciwrodnikowe badanych naparów oznaczano testem z rodnikiem DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylhydrazyl) wg metodyki opracowanej przez Sánchez-Moreno [11] z modyfikacją polegającą na ustaleniu częstotliwości pomiarów i dobraniu optymalnego stężenia etanolowego roztworu DPPH. Metoda ta pozwala na określenie stopnia wygaszania rodnika DPPH w określonym czasie, zainicjowanego w obecności przeciwutleniacza. Rodnik 2,2-difenylo-1-pikrylhydrazylowy jest stabilny, wykazuje maksimum absorpcji przy długości fali $\lambda = 515$ nm. W obecności przeciwutleniacza ulega on redukcji, którą charakteryzuje zmiana barwy etanolowego roztworu DPPH z fioletowej na żółtą.

Redukcja DPPH mierzona jako spadek absorbancji roztworu jest uwarunkowana właściwościami przeciwutleniającymi próby. Im silniejsze są właściwości przeciwutleniające danej próbki, tym zmniejszenie absorbancji odzwierciedlający redukcję rodnika DPPH jest większe. Próbki o mniejszej zdolności dezaktywacji wolnego rodnika wykazują niewielki spadek absorbancji.

Aktywność przeciwutleniająca naparów została wyrażona jako procent wygaszonego rodnika DPPH po inkubacji z badaną próbką w określonym czasie ($t = 10$ min) w odniesieniu do próbki kontrolnej. Procent wygaszonego DPPH obliczano ze wzoru:

$$\text{DPPH} = A_{\text{DPPH}} - A_t / A_{\text{DPPH}} \times 100 [\%]$$

gdzie:

A_{DPPH} – absorbancja próbki kontrolnej,

A_t – absorbancja badanej próbki po upływie określonego czasu ($t = 10$ min).

Wyniki badań poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Office Excel 2007. Prezentowane wyniki stanowią wartość średnią trzykrotnego pomiaru ($n = 3$) \pm odchylenie standardowe. Obliczono współczynnik korelacji liniowej Pearsona (r) między zawartością związków fenolowych ogółem w badanych naparach suszów, a ich aktywnością przeciwutleniającą.

Wyniki i dyskusja

Badane napary z suszy oraz handlowych herbatek charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością związków fenolowych: od 1,1 do 51,1 mg/100 ml naparu (tab. 2).

Tabela 2

Zawartość związków fenolowych ogółem w analizowanych naparach.
Content of total phenolic compounds in the infusions analyzed.

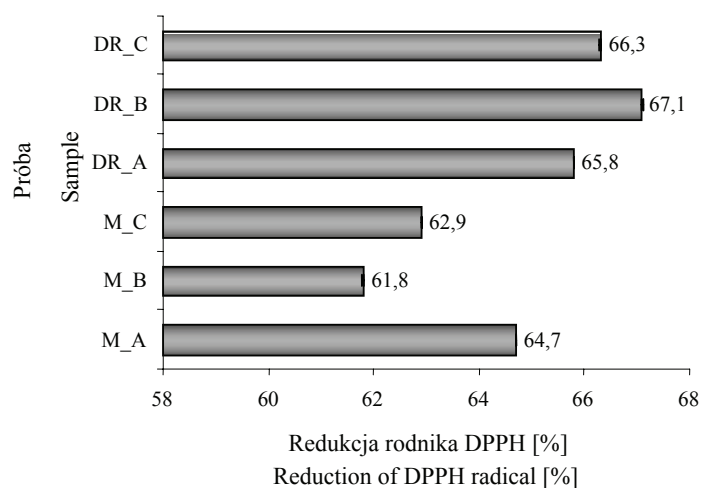
Susz owocowy Dried fruit *	Związki fenolowe ogółem mg/100 ml naparu Total phenolic compounds mg per 100 ml of infusion	Herbatka owocowa Fruit tea*	Związki fenolowe ogółem mg/100 ml naparu Total phenolic compounds mg per 100 ml of infusion
DR	51,1 \pm 0,10	M_A	29,7 \pm 0,17
A	18,4 \pm 0,29	M_B	37,3 \pm 0,13
H	45,1 \pm 0,36	M_C	13,9 \pm 0,16
M	4,00 \pm 0,15	DR_A	28,5 \pm 0,11
JAG	12,2 \pm 0,15	DR_B	35,5 \pm 0,15
JEŻ	10,1 \pm 0,35	DR_C	17,4 \pm 0,32
T	7,40 \pm 0,24		
CZ P	4,60 \pm 0,14		
CZ B	7,80 \pm 0,10		
J	4,40 \pm 0,06		
CZERW P	1,10 \pm 0,10		

*Objaśnienia skrótów zamieszczono w tab. 1/ Abbreviations as in Tab. 1.

Największą zawartością związków fenolowych charakteryzowały się susze z dzikiej róży i hibiskusa (odpowiednio 51,1 i 45,1 mg/100 ml naparu). Najmniej polifenoli zawierał napar z czerwonej porzeczki (1,1 mg/100 ml). Handlowe herbatki owocowe

zawierały od 13,9 do 37,3 mg związków fenolowych w 100 ml naparu. Warto zwrócić uwagę, iż herbatki producenta B, zarówno malinowa, jak i z dzikiej róży, odznaczały się największą zawartością polifenoli (odpowiednio 37,3 i 35,5 mg/100 ml naparu), natomiast herbatki producenta C zawierały najmniej związków fenolowych (odpowiednio 13,9 i 17,4 mg/100 ml naparu).

Herbatki handlowe o smaku dzikiej róży i maliny, pochodzące od trzech producentów, wykazywały zróżnicowaną zdolność wygaszania rodnika DPPH. Po 10 min inkubacji badane napary wygaszały od 61,8 do 67,1% DPPH. Herbatki z dzikiej róży odznaczały się silniejszymi właściwościami przeciwutleniającymi niż herbatki malinowe, dezaktywując od 65,8 do 67,1% początkowej ilości rodnika DPPH. W przypadku herbatki malinowej zdolność neutralizacji rodnika kształtowała się od 61,8 do 64,7% (rys. 2).



Objaśnienia skrótów zamieszczono w tab. 1/ Abbreviations as in Tab. 1.

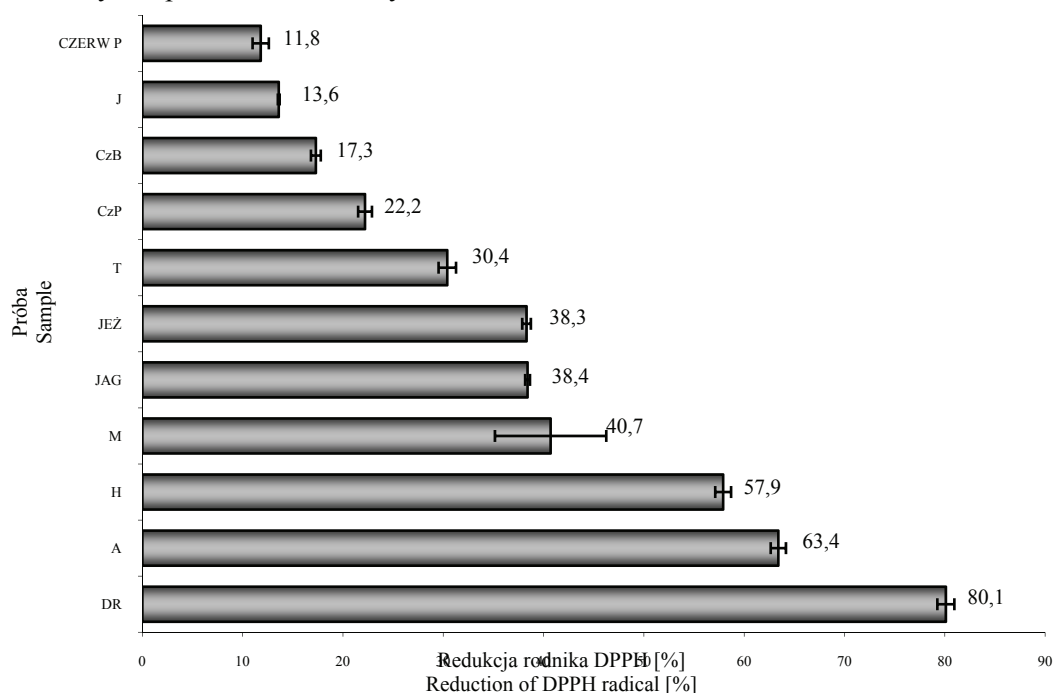
Rys. 2. Wygaszenie rodnika DPPH przez wybrane herbatki handlowe.

Fig. 2. Reduction of DPPH radical by the selected fruit teas.

W badaniach użyto 11 rodzajów suszy stosowanych do produkcji herbatki owocowych. Poszczególne rodzaje surowców wykazywały zróżnicowane właściwości przeciwrodnikowe wygaszając od 11,8 do 80,1% początkowej ilości rodnika DPPH. Badane napary suszy owocowych można uszeregować pod względem aktywności przeciwutleniającej następująco: dzika róża (80,1%) > aronia (63,4%) > hibiskus (57,9%) > malina (40,7%) > jagoda (38,4%) > jeżyna (38,3%) > truskawka (30,4%) > czarna porzeczka (22,2%) > czarny bez (17,3%) > jabłko (13,6%) > czerwona porzeczka (11,8%). Surowiec o największej zdolności dezaktywacji DPPH (DR), w po-

równaniu z surowcem redukującym rodnik w najmniejszym stopniu (CZERW P), charakteryzował się blisko 7-krotnie silniejszymi właściwościami przeciwrodnikowymi.

Celem zobrazowania różnic występujących między poszczególnymi próbkami uzyskane wyniki przedstawiono na rys. 3.



Objaśnienia skrótów zamieszczono w tab. 1/ Abbreviations as in Tab. 1.

Rys. 3. Wygaszenie rodnika DPPH przez badane susze owocowe.

Fig. 3. Reduction of DPPH radical by the dried fruits analyzed.

Znaczące różnice właściwości przeciwutleniających pozwoliły na wskazanie próbek o najsilniejszych oraz najsłabszych zdolnościach wygaszania rodnika w warunkach przeprowadzonego testu. Susze owocowe wytypowane do skomponowania eksperymentalnych próbek herbatki zestawiono w tab. 3.

Skład eksperymentalnych herbatki sporządzonych z suszy o najsilniejszych właściwościach przeciwutleniających przedstawiono w tab. 4.

Najkorzystniejszym składem, pod względem właściwości przeciwrodnikowych, charakteryzowała się mieszanka o symbolu E_2 – mieszanka dwuskładnikowa zawierająca w równej ilości susze dzikiej róży i aronii. Słabsze właściwości przeciwutleniające wykazywała mieszanka oznaczona symbolem E_4, zawierająca trzy surowce: susz dzikiej róży (50%) oraz susze hibiskusa i maliny (po 25%). Warto zaznaczyć, że mie-

szanka E_5, uzyskana poprzez zmieszanie tych samych składników, jak w przypadku próby E_4, lecz w innych proporcjach wykazywała słabsze właściwości przeciwrodnikowe, pomimo że zawierała więcej suszu DR charakteryzującego się najsilniejszymi właściwościami przeciwrodnikowymi. W tym przypadku zwiększenie udziału surowca o największej zdolności do redukcji rodnika nie spowodowało wzrostu aktywności przeciwutleniającej mieszanki. Ponadto, w wyniku zestawienia mieszanki złożonej w równych proporcjach z suszu dzikiej róży z suszem maliny (E_6), uzyskano mieszankę dwuskładnikową o najslabszych właściwościach przeciwrodnikowych. Natomiast próba E_1, zawierająca również 50% suszu maliny, ale w połączeniu z suszem hibiskusa, wygaszała więcej wolnych rodników niż próba E_6 (tab. 5).

Tabela 3

Susze owocowe wytypowane do skomponowania herbatek eksperymentalnych.
Dried fruit samples selected for composing experimental teas.

Susz owocowy Dried fruit	Stosowany skrót Abbreviation used*	Redukcja DPPH [%] Reduction of DPPH [%]
Dzika róża / Rosehip	DR	80,1 ± 0,85
Aronia / Chokeberry	A	63,4 ± 0,76
Hibiskus / Hibiscus	H	57,9 ± 0,79
Malina / Raspberry	M	40,7 ± 5,55

*Objaśnienia skrótów zamieszczono w tab. 1/ Abbreviations as in Tab. 1.

Tabela 4

Skład herbatek eksperymentalnych [%].
Composition of the experimental teas [%].

Próba/ Sample*	DR [%]	A [%]	H [%]	M [%]
E_1	-	-	50	50
E_2	50	50	-	-
E_3	25	25	25	25
E_4	50	-	25	25
E_5	75	-	12,5	12,5
E_6	50	-	-	50

*Objaśnienia skrótów zamieszczono w tab. 1/ Abbreviations as in Tab. 1.

Eksperymentalne mieszanki surowców, w porównaniu z herbatkami handlowymi, odznaczały się znacznie większą zdolnością dezaktywacji rodnika DPPH. Napary wszystkich herbatek eksperymentalnych wygaszały ponad 80% rodnika DPPH (mieszanka o symbolu E_2 ponad 90%). Natomiast herbatki handlowe, malinowa (M_C) i z dzikiej róży (DR_C) neutralizowały odpowiednio 62,9 i 66,3% DPPH.

T a b e l a 5

Wygaszenie rodnika DPPH przez herbatki eksperymentalne [%].
Reduction of DPPH radical by experimental teas [%].

Próba Sample*	Redukcja DPPH [%] Reduction of DPPH [%]
E_1	86,9 ± 0,46
E_2	90,6 ± 0,38
E_3	85,3 ± 0,72
E_4	89,4 ± 0,45
E_5	85,4 ± 0,52
E_6	83,7 ± 0,83

*Objaśnienia skrótów zamieszczono w tab. 1/ Abbreviations as in Tab. 1.

Herbatki owocowe zawierające w recepturze wiele składników stwarzają szerokie możliwości modyfikacji ich składu surowcowego, które mogą prowadzić do uzyskania produktu o pożądanym właściwościach, zarówno przeciwutleniających, jak i sensorycznych. Dalsze badania powinny zmierzać w kierunku dopracowania receptury eksperymentalnych herbatek, aby uzyskać akceptowalne walory sensoryczne. Zgodnie z wynikami badań dostępnych w literaturze [13, 14], konsumenci nie akceptują bowiem produktu, który charakteryzuje się cechami prozdrowotnymi, ale równocześnie jego jakość sensoryczna jest nieodpowiednia.

Wnioski

1. Aktywność przeciwutleniająca naparów z suszy wykorzystywanych do produkcji herbatek owocowych była uzależniona zarówno od rodzaju, jak i pochodzenia surowca. Najwyższą zdolnością wygaszania rodnika DPPH charakteryzowały się susze z dzikiej róży, aronii, hibiskusa i maliny.
2. Stwierdzono korelację między zawartością związków fenolowych ogółem w badanych naparach z suszy, a ich aktywnością przeciwutleniającą ($r = 0,85$).
3. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na możliwość kształtowania prozdrowotnych właściwości herbatek owocowych poprzez jakościowo-ilościowy dobór surowców. Zwiększenie udziału składnika o wysokiej aktywności nie zawsze powodowało wzrost aktywności przeciwutleniającej uzyskanej mieszanki, co mogło być związane z antagonistycznym oddziaływaniem poszczególnych składników suszy.

Literatura

- [1] Clifford M.N.: Anthocyanins – nature, occurrence and dietary burden. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 1063-1072.
- [2] Erlund I.: Review of the flavonoids, quercetin, hesperetin and naringenin. Dietary source, bioactivities, bioavailability and epidemiology. *Nutr. Res.*, 2004, **24**, 851-874.

- [3] Espin J.C., Soler-Rivas C., Wichers H.J., Garcia-Viguera C: Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 1588-1592.
- [4] Gałek A., Targoński Z.: Wpływ odżywiania na poziom potencjału antyoksydacyjnego oraz na genezę chorób z nim związanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **1 (34)**, 10-15.
- [5] Heinonen M., Meyer A.S., Frankel E.N.: Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46**, 4107-4112.
- [6] Klimczak I., M. Małecka, M. Szlachta, A. Gliszczyńska-Świgło: Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *J. Food Comp. An.*, 2007, **20**, 313-322.
- [7] Lindsay D.G.: Diet and ageing; the possible relation to reactive oxygen species. *J. Nutr. Health Aging*, 1999, **3 (2)**, 84-91.
- [8] Lutosławska G., Hübner-Woźniak E.: Wolne rodniki i antyoksydanty w wysiłku fizycznym i treningu. *Żyw. Człow. i Metab.*, 1999, **3**, XXVI.
- [9] Mensink R.P., Katan M.B.: Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. *Arteriosclerosis and Thrombosis*, 1992, **12**, 911-919.
- [10] PN-ISO 3103:1996. Herbata. Przygotowanie naparu do badań sensorycznych.
- [11] Sánchez-Moreno C., Larrauri J.A., Saura-Calixto F.: A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food Agric.*, 1994, **3**, 94-96.
- [12] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *Am. J. End. Vitic*, 1965, **16**, 144-158.
- [13] Szlachta M., Małecka M.: The effect of health claims on consumers' choice of fruit juice and yoghurt. In: *Current Trends In Commodity Science*, eds. R. Zieliński, D. Wieczorek, Wyd. AE w Poznaniu, 2007, pp. 1014-1019.
- [14] Verbeke W.: Consumer acceptance of functional foods: socio-demographic, cognitive and attitudinal determinants. *Food Qual. Pref.*, 2005, **16**, 45-57.
- [15] Yao L.H., Jiang Y.M., Shi J., Tomas-Barberan F.A., Datta N., Singanusong R., Chen S.S.: Flavonoids in foods and their health benefits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2004, **59**, 113-122.
- [16] Young I.S., Woodside J.V.: Antioxidants in health and disease. *J. Clin. Pathol.*, 2001, **54**, 176-186.

ANTIOXIDANT PROPERTIES OF FRUIT TEAS

S u m m a r y

The objective of the paper was an attempt to determine the antioxidant activity of dried fruits as a factor shaping the pro-healthy properties of fruit teas. There were investigated market tea infusions, the taste of which Polish consumers accept, and infusions made of dried fruits of various types used to prepare fruit teas. 11 different raw materials (rosehip, chokeberry, hibiscus, raspberry, strawberry, blackberry, bilberry, black and red currant, black elderberry and apple) were analysed. Dried fruits showing the highest antiradical properties were then used to compose experimental mixtures characterized by a high antioxidant activity.

Antiradical properties of the samples analyzed were determined using a DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical test. Moreover, the total phenolic content in the infusions analyzed was determined using a Folin-Ciocalteu method.

It was found that the antioxidant activity and the content of polyphenolic compounds significantly varied depending on the type of dried fruits. The content of phenolic compounds ranged from 1.1 to 61.6 mg per 100 ml of infusion. The ability to scavenge DPPH• by the samples under analysis was at a level between about 11 and 80% of the initial amount of the radical. The experimental teas were characterized by the higher antioxidant properties in comparison with the market teas.

The change in the proportion of individual ingredients of teas made it possible to produce of product with an increased ability to reduce a DPPH• radical. The investigation results prove that it is possible to shape antioxidant properties of fruit teas by changing ratios of their components. Further investigations should aim at improving the recipes of experimental teas in order to receive a desired flavour and wanted odour characteristics.

Key words: antioxidant activity, phenolic compounds, dried fruits infusions, fruit teas ☒

**Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów
i Techników Przemysłu Spożywczego – Zarząd Główny
Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego
Fundacja na Rzecz Rozwoju i Postępu w Polskim Przemysle Mięsnym**

zapraszają do udziału w

Symposium Naukowo-Technicznym pt.:
**POSTĘP W TECHNOLOGII MIĘSA,
NAUKA – PRAKTYCE**

**które odbędzie się w dniu 9 maja 2008 r.
w Warszawie w Domu Technika NOT
ul. Tadeusza Czackiego 3/5**

w ramach XXIX DNI PRZEMYSŁU MIĘSNEGO

Adres do korespondencji:

Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego
ul. Jubilerska 4, 04-190 Warszawa

Kontakt:

Halina Makala
tel. (022) 509 70 26; e-mail: halina.makala@ipmt.waw.pl
Angieszka Ostrowska
tel. (022) 509 70 26; e-mail: anieszka.ostrowska@ipmt.waw.pl
Michał Olkiewicz
tel. (022) 509 70 25; e-mail: mol@ipmt.waw.pl

DARIUSZ KLÓDKA, MACIEJ BOŃKOWSKI, ARKADIUSZ TELESIŃSKI

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH METYLOKSANTYN I ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH W NAPARACH RÓŻNYCH RODZAJÓW HERBAT ROZDROBNIONYCH (DUST I FANNINGS) W ZALEŻNOŚCI OD CZASU PARZENIA

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań zawartości metyloksantyn: teofiliny, teobrominy i kofeiny oraz związków fenolowych: kwercetyny i kwasu galusowego w naparach różnych rodzajów herbat rozdrobnionych. W doświadczeniu użyto trzech rodzajów herbat ekspresowych: zielonych, czerwonych i czarnych, produkowanych przez różne firmy, z których sporządzano napary. Napary herbat różniły się między sobą zawartością oznaczanych składników, zarówno w zależności od czasu parzenia, rodzaju herbaty, jak i jej producenta.

W naparach herbat nie wykazano obecności teofiliny. Natomiast zawartość kofeiny, teobrominy, kwasu galusowego oraz kwercetyny wzrastała w naparach wraz z wydłużaniem czasu parzenia. Napary herbat zielonych charakteryzowały się największą, a czarnych najmniejszą koncentracją tych związków. Zawartość kwercetyny była istotnie dodatnio skorelowana z zawartością kwasu galusowego. Ponadto porównując ze sobą napary różnych rodzajów herbat stwierdzono, że pomiędzy wynikami zawartości oznaczanych substancji w naparach herbat czarnych występowało najczęściej istotnych zależności. Analizując zaś napary herbat w zależności od czasu parzenia wykazano najczęściej istotnych korelacji pomiędzy badanymi związkami w naparach sześciominutowych.

Słowa kluczowe: herbata, kofeina, teobromina, kwas galusowy, kwercetyna

Wprowadzenie

Herbata jest najszerzej konsumowanym napojem na świecie. Jest ona wodnym naparem z wysuszonych liści kamelii chińskiej (*Camelia sinensis*) i zajmuje drugie miejsce po wodzie z rocznym spożyciem 40 dm³ na osobę [17].

Herbaty występują w sprzedaży w wielu formach, jako produkt sypki – do zaparzania, w postaci granulatu, rozpuszczalnego proszku instant oraz jako pakowane w torebki, cieszące się dużą popularnością wynikającą z łatwości użycia [9, 11, 20].

Dr inż. D. Klódka, mgr inż. M. Bońkowski, dr inż. A. Telesiński, Katedra Biochemii, Wydz. Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Akademia Rolnicza w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

W zależności od stopnia obróbki liści, herbaty można podzielić na zielone, czerwone i czarne. Proces przerobu jest związany z ochroną lub utlenieniem polifenoli herbaty przez katalityczne enzymy. Herbaty zielone nie podlegają procesowi fermentacji. Otrzymane są poprzez wysuszenie świeżych liści herbacianych, poddanych po procesie wędnięcia mocnemu podgrzaniu w parze wodnej, która niszczy i unieczynnia zawarte w liściach enzymy odpowiedzialne za oksydację katechin [1]. W czasie produkcji herbaty czerwonej i czarnej świeże liście pozostawia się do wędnięcia w specjalnych obrotowych bębnach aż ich wilgotność zredukuje się do 55–65% pierwotnej masy. Następnie liście są skręcane i rozdrabniane, co inicjuje fermentację (utlenianie) polifenoli herbaty. Herbata czerwona jest suszona przed skręceniem liści w celu zakończenia procesu utleniania polifenoli, stąd herbaty czerwone zalicza się do herbat półfermentowanych [16].

Natomiast w trakcie produkcji herbaty czarnej przeprowadza się całkowity proces fermentacji rozkruszonych, suszonych liści. Proces ten jest wynikiem utleniania prostych fenoli do większych kompleksów, które podczas fermentacji w 40-50% ulegają utlenieniu [11].

Pod względem chemicznym herbata w swoim składzie zawiera m.in. alkaloidy (metyloksantyny: kofeinę, teobrominę, teofilinę), flawonoidy (związki polifenolowe, katechiny i powstające z nich w procesie fermentacji taniny), związki mineralne i związki, które występują w liściach innych roślin (tj. sacharydy, białka, lipidy, chlorofil itd.).

Ze względu na coraz większy wybór na rynku różnych rodzajów herbat oraz coraz szerzej udokumentowane właściwości przeciwutleniające herbaty [4, 13, 18, 19] oraz na obecność innych związków i pierwiastków bioaktywnych [3, 5, 7, 10, 14], interesująca wydaje się znajomość zawartości głównych składników herbaty w naparach. Niejednokrotnie jednak wartości podawane w publikacjach różnią się i to w bardzo dużym stopniu, a tę różnicę można przypisać wielu przyczynom, takim jak kraj pochodzenia herbaty, warunki pogodowe w trakcie wzrostu krzewów, obróbka liści czy czas oraz sposób parzenia herbaty, a nawet metody oznaczania i ekstrakcji badanych związków [6, 7, 8, 21].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu czasu parzenia na zawartość głównych składników w różnych rodzajach herbat rozdrobnionych typu *dust* i *fannings*, dostępnych na polskim rynku.

Material i metody badań

Badano trzy rodzaje herbat ekspresowych, produkowanych przez różne firmy: zielonych, czarnych, czerwonych. Herbaty zakupiono w różnych punktach sprzedaży na terenie Szczecina w okresie od września do listopada 2005 roku. Rodzaje herbat użytych w doświadczeniu zestawiono w tab. 1.

W celu przygotowania naparów herbat wybierano po trzy torebki z każdego opakowania danej herbaty, a następnie przygotowywano z zawartego w nich suszu herbacianego próbę zbiorczą. Trzykrotnie odważano po 100 mg z przygotowanej próby zbiorczej, a następnie sporządzone naważki zalewano 50 cm³ wody dejonizowanej o temp. 100°C. Herbatę zaparzano 1, 3 i 6 min. Tak sporządzone napary przesączało przez filtr strzykawkowy Spartan 30/0,45 RC i oznaczano w nich zawartość metyloksantyn, kwasu galusowego i kwercetyny.

Tabela 1

Rodzaje herbat użytych w doświadczeniu.

Types of teas used in the experiment.

Herbaty zielone Green teas	Herbaty czerwone Red (Pu-erh) teas	Herbaty czarne Black teas
Teekanne	Teekanne	Teekanne „Gold”
Vitax	Vitax	Teekanne „Assam”
Bioactive	Bioactive	Bastek „Familtea”
Biofix	Biofluid	Unilevel „Saga”
Bastek	Bastek	Bastek „Earl Grey”

Zawartość kwasu galusowego oraz metyloksantyn: kofeiny, teobrominy, teofiliny w naparach herbat oznaczano przy zastosowaniu zestawu do wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC Series 200 firmy Perkin-Elmer z detektorem UV. Oznaczenia wykonano w kolumnie chromatograficznej Adsorbosphere (C18) 5 µm 150 x 4,5 mm, przy długości fali $\lambda = 275$ nm i przepływie 0,6 cm³ · min⁻¹. Nastrzyk badanej próby wynosił 20 mm³. Fazą ruchomą była mieszanina metanol, woda i kwas octowy w stosunku 40:59:1 (v/v/v). Odnotowany czas retencji, najmniejszą oznaczalną dawkę oraz odzysk dotyczący badanych związków zestawiono w tab. 2.

Zawartość kwercetyny w naparach badanych herbat oznaczano według zmodyfikowanej metody Wang i Helliwella [16].

W celu zhydrolizowania połączeń kwercetyny z innymi związkami pobierano 2 cm³ naparu i dodawano 3,4 cm³ etanolu oraz 0,675 cm³ 6 M HCl, a następnie umieszczano na 2 h w wytrząsarce z łaźnią wodną o temp. 95°C. Po upływie tego czasu próby schładzano do temperatury pokojowej i oznaczano zawartość kwercetyny za pomocą zestawu wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC Series 200 firmy Perkin-Elmer z detektorem UV (długość fali $\lambda = 360$ nm). Oznaczenia wykonywano z użyciem kolumny chromatograficznej Adsorbosphere (C18) 5 µm 150 x 4,5 mm. Fazą ruchomą była mieszanina 25 mM KH₂PO₄ i acetonitrylu w stosunku 70:30 (v/v) o pH 2,5, a jej przepływ 1 mm³ · min⁻¹. Czas retencji kwercetyny wynosił 9,9 min, najmniejsza oznaczalna dawka 0,05 µg · cm⁻³, a odzysk 93,21%.

Tabela 2

Czas retencji, najmniejsza oznaczalna dawka i odzysk kwasu galusowego i metyloksantyn.
Retention time, detection limit, and recovery of the gallic acid and the metyloxantines.

Związek Compound	Czas retencji Retention time [min]	Najmniejsza oznaczalna dawka Detection limit [$\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$]	Odzysk Recovery [%]
Kwas galusowy Gallic acid	2,81	0,10	98,63
Teobromina Teobromine	3,25	0,25	98,32
Teofilina Teophiline	4,75	0,10	98,39
Kofeina Caffeine	7,70	0,80	99,32

Wszystkie analizy wykonano w trzech powtórzeniach. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie przy użyciu jednoczynnikowej analizy wariancji. Najmniejsze istotne różnice NIR pomiędzy zawartością poszczególnych związków w naparach jedno-, trzy- i sześciominutowych wyliczono testem Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Obliczono współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy pH i zawartością oznaczanych związków w naparach w zależności od rodzaju herbaty oraz od czasu parzenia.

Wyniki i dyskusja

Jedną z metyloksantyn obecnych w liściach herbat jest teofilina. Pomimo tego, że występuje ona w liściach, to nie stwierdzono jej obecności w naparach. Jest to potwierdzeniem badań Hicks i wsp. [7] oraz Horie i Kohata [8]. Pozostałe metyloksantyny oraz związki fenolowe wykryto w naparach wszystkich herbat. Najczęściej odnotowano wzrost zawartości badanych związków wraz z wydłużaniem czasu parzenia. Ponadto w większości przypadków odnotowano, w naparach jedno-, jak i trzy- oraz sześciominutowych, istotne różnice zawartości oznaczanych związków pomiędzy herbatami pochodzącymi od różnych producentów (tab. 3).

Analizując średnią zawartość badanych związków, wchodzących w skład naparów herbacianych, stwierdzono że zwiększała się ona wraz z wydłużaniem czasu parzenia (tab. 3). Uwidoczniło się to zwłaszcza w naparach herbat zielonych i czarnych. Zawartość kofeiny, teobrominy i kwasu galusowego w naparach sześciominutowych herbat zielonych była o około 50% większa niż w naparach jednodominutowych. Natomiast napary sześciominutowe herbat czarnych charakteryzowały się około 70% większą zawartością teobrominy, 45% zawartością kwasu galusowego i 25% zawartością

kofeiny niż napary jednodominutowe. W przypadku herbat czerwonych nie stwierdzono już tak znaczącego wzrostu zawartości badanych związków wraz z wydłużaniem czasu parzenia. Największy – około 20% wzrost zawartości pomiędzy 1. a 6. min. parzenia odnotowano w przypadku kofeiny i teobrominy. Wśród badanych związków najmniejszym wzrostem koncentracji wraz z czasem parzenia charakteryzowała się kwercetyna (o około 3-15%). Jest to potwierdzeniem wyników badań, nad wpływem czasu parzenia na zawartość kofeiny w naparach herbat, uzyskanych przez Yao i wsp. [21]. Ponadto Perucka [11] podaje, że w czasie parzenia liści herbaty zwiększa się zarówno aktywność przeciwutleniająca, jak i zawartość związków fenolowych w naparach. Z kolei Wang i wsp. [15] stwierdzili, że wraz z wydłużaniem czasu parzenia zawartość katechin i flawonoli w naparach sporządzonych z różnych herbat maleje. Natomiast Yen i wsp. [22] podają, że największa zawartość związków polifenolowych wystąpiła w naparach cztero-, pięciominutowych. Po upływie tego czasu zawartość związków polifenolowych ulegała zmniejszeniu.

Przeprowadzone badania wykazały, że największą zawartością oznaczanych metyloksantyn oraz polifenoli charakteryzowały się napary sporządzone z herbat zielonych, czyli niepoddanych procesowi fermentacji. Najmniejszą zawartość kofeiny oznaczono w naparach herbat czarnych, przechodzących pełny proces fermentacji. Natomiast Hicks i wsp. [7], badając zawartość kofeiny w naparach różnych rodzajów herbat, stwierdzili, że największa jej zawartość występowała w naparach herbat czarnych. Najmniejszą zawartość teobrominy odnotowano w naparach herbat czerwonych. Podobne zależności dotyczące zawartości teobrominy w naparach herbat uzyskali Chen i wsp. [2]. Autorzy ci wykazali, że największa zawartość teobrominy występowała w naparach herbat zielonych, najmniejsza zaś w herbacie czerwonej.

Niewielka zawartość kwercetyny znajdowała się w naparach herbat zarówno czerwonych, jak i czarnych. Badania przeprowadzone przez Peterson i wsp. [12] nad zawartością kwercetyny w suchej masie herbaty zielonej, czarnej i czerwonej wskazują z kolei, że najwięcej kwercetyny zawiera herbata czarna, najmniej zaś herbata czerwona. Yao i wsp. [21], badając zawartość kwasu galusowego, stwierdzili, że największa jego koncentracja wystąpiła w herbacie czerwonej, a najmniejsza w herbacie zielonej.

Zmieniająca się wraz z czasem parzenia zawartość związków występujących w liściach herbaty może mieć wpływ na wartość pH badanych herbat. Na podstawie przeprowadzonych badań własnych stwierdzono, że wartość pH naparów herbat zielonych wahała się od 5,71 do 6,21, herbat czerwonych od 5,61 do 6,80, a herbat czarnych od 5,30 do 5,80 (tab. 3). Nie odnotowano jednak wyraźnych zależności pomiędzy pH naparów a czasem parzenia. Karczmarek [10], badając wartości pH trzydziestu sześciu herbat, stwierdziła, że wartości te wahają się w zakresie od 3,89 do 6,45.

Tabela 3

Zawartość kofeiny, teobrominy, kwasu galusowego i kwercetyny [$\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$] oraz pH naparów różnych rodzajów herbat w zależności od czasu parzenia.
 Content of caffeine, theobromine, gallic acid, and quercetin [$\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$], as well as pH of infusions made of various types of tea depending on the brewing time.

Rodzaj herbaty Types of tea	Kofeina Caffeine			Teobromina Theobromine			Kwas galusowy Gallic acid			Kwercetyna Quercetin			pH			
	1 min	3 min	6 min	1 min	3 min	6 min	1 min	3 min	6 min	1 min	3 min	6 min	1 min	3 min	6 min	
Herbata zielona Green teas	Teekanne	45,59	65,04	70,49	4,99	8,19	9,19	68,91	92,66	93,16	8,15	8,79	9,24	6,21	6,09	6,19
	Vitax	45,68	48,78	62,02	1,64	4,04	4,45	33,23	90,42	94,02	8,11	9,22	9,22	5,98	6,00	6,09
	Bioactive	30,60	64,27	70,23	4,52	5,99	7,25	45,47	64,29	79,99	8,43	8,47	9,08	6,04	5,93	6,03
	Biofix	37,71	37,50	37,62	4,71	4,52	4,20	51,11	54,96	52,93	7,74	8,93	9,81	5,71	5,72	5,75
	Bastek	57,46	60,31	63,77	1,32	1,65	1,75	64,85	69,00	83,56	8,20	9,23	9,42	5,75	5,80	5,80
	Średnia – Mean	43,41	55,18	60,83	3,43	4,88	5,36	52,71	74,27	80,73	8,13	8,97	9,35	5,94	5,91	5,97
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	2,31	3,11	1,98	0,21	0,34	0,39	3,28	3,65	2,64	0,17	0,19	0,21	-	-	-	
Herbata czerwona Red (Pu-erh) teas	Teekanne	44,88	43,33	43,72	2,14	2,00	1,96	24,74	25,38	24,35	6,47	6,71	6,86	6,80	6,76	5,43
	Vitax	39,19	41,31	43,26	2,19	2,71	2,91	19,94	21,41	25,29	6,94	6,97	7,01	7,04	6,11	6,07
	Bioactive	45,68	48,78	62,02	1,84	2,04	2,41	19,50	20,04	22,45	6,45	6,56	6,70	6,14	6,04	5,98
	Biofluid	24,00	39,36	43,12	2,80	2,93	3,26	16,09	16,54	18,56	6,76	6,79	6,96	5,61	5,61	5,67
	Bastek	43,25	45,78	47,87	4,07	4,34	5,05	18,38	19,43	20,35	6,47	6,51	6,67	6,14	6,12	5,95
	Średnia – Mean	39,40	42,71	48,00	2,61	2,80	3,12	19,73	20,56	22,20	6,62	6,71	6,84	6,35	6,13	5,82
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,98	2,15	2,83	0,28	0,26	0,34	2,38	2,11	2,30	0,13	0,16	0,11	-	-	-	

c.d. Tab. 3

Herbaty czarne Black teas		50,33	57,05	62,49	4,13	6,06	6,78	20,58	25,20	27,52	6,52	7,36	7,41	5,80	5,65	5,65
Teekanne „Gold”																
Teekanne „Assam”	41,97	47,29	50,58	4,82	5,20	5,40	13,26	14,27	14,27	18,16	6,47	6,86	7,09	5,35	5,32	5,28
Bastek „Familtea”	20,91	24,69	29,49	1,17	2,43	3,56	9,45	12,18	12,18	14,27	6,38	7,28	7,40	5,40	5,34	5,34
Unilevel „Saga”	40,03	44,17	52,41	4,95	5,99	6,34	13,91	16,11	16,11	19,24	6,80	7,01	7,55	5,59	5,39	5,39
Bastek „Earl Grey”	28,24	32,33	34,62	1,30	3,89	5,92	10,83	14,67	14,67	19,45	6,81	7,13	7,27	5,34	5,30	5,30
Średnia – Mean	36,29	41,11	45,92	3,27	4,72	5,60	13,61	16,47	16,47	19,73	6,60	7,13	7,34	5,50	5,60	5,39
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	1,84	2,98	3,33	0,45	0,64	0,37	1,16	1,56	1,56	1,45	0,18	0,11	0,14	-	-	-

Tabela 4

Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy pH i związkami zawartymi w naparach herbat w zależności od rodzaju herbaty i czasu parzenia.

Linear Pearson correlation coefficients between pH and the compounds contained in tea infusions depending on the type of tea and brewing time.

Składnik herbaty Component of tea	pH	Kofeina Caffeine	Teobromina Theobromine	Kwas galusowy Gallic acid	Kwercetyna Quercetin	pH	Kofeina Caffeine	Teobromina Theobromine	Kwas galusowy Gallic acid	Kwercetyna Quercetin
	W zależności od rodzaju herbaty Depending on the type of tea					W zależności od czasu parzenia Depending on the brewing time				
	Herbaty zielone Green teas					1 min				
pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kofeina Caffeine	0,33	-	-	-	-	0,35	-	-	-	-
Teobromina Theobromine	0,60*	0,30	-	-	-	-0,13	0,12	-	-	-
Kwas galusowy Gallic acid	0,38	0,93*	0,45	-	-	0,17	0,45	0,21	-	-
Kwercetyna Quercetin	0,08	0,50	0,33	0,58*	-	0,17	0,26	0,07	0,84*	-
	Herbaty czerwone Red (Pu-erh) teas					3 min				
pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kofeina Caffeine	0,12	-	-	-	-	0,22	-	-	-	-
Teobromina Theobromine	-0,18	0,17	-	-	-	-0,44	0,50	-	-	-
Kwas galusowy Gallic acid	0,18	0,42	-0,42	-	-	0,13	0,63*	0,35	-	-
Kwercetyna Quercetin	-0,61*	0,31	-0,13	-0,07	-	-0,04	0,43	0,30	0,87*	-
	Herbaty czarne Black teas					6 min				
pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kofeina Caffeine	0,58*	-	-	-	-	0,29	-	-	-	-

c.d. tab. 4.

Teobromina Theobromine	0,24	0,79*		-	-	0,07	0,41		-	-
Kwas galusowy Gallic acid	0,59*	0,80*	0,77*		-	0,56*	0,67*	0,28		-
Kwercetyna Quercetin	-0,07	0,20	0,50	0,54*		0,61*	0,42	0,27	0,88*	

* - istotność na poziomie $p = 0,05$; the significance at $p = 0.05$

Obliczone współczynniki korelacji pomiędzy badanymi parametrami herbat zielonych wykazały, że istotnie dodatnio skorelowane były ze sobą pH i zawartość teobrominy (tab. 4). Również istniała statystycznie istotna dodatnia zależność pomiędzy zawartością kwasu galusowego a zawartością kofeiny oraz kwercetyny. Podobną zależność stwierdzono w pomiędzy parametrami herbat czarnych, w których dodatkowo zawartość kwasu galusowego była istotnie dodatnio skorelowana z zawartością kofeiny i teobrominy oraz z pH naparu. Wykazano także statystycznie istotną ujemną zależność pomiędzy pH naparu a koncentracją kofeiny. Natomiast pomiędzy parametrami herbat czerwonych stwierdzono jedynie istotną ujemną korelację pH z zawartością kwercetyny.

Biorąc pod uwagę czas parzenia stwierdzono, że zarówno pomiędzy badanymi parametrami naparów jedno-, jak i trzy- oraz sześciominutowych istnieje istotna dodatnia korelacja zawartości kwasu galusowego i kwercetyny (tab. 4). Odnotowano dodatkowo istotną dodatnią zależność pomiędzy zawartością kwasu galusowego i teobrominy w naparach trzy- oraz sześciominutowych. Ponadto wykazano statystycznie istotną dodatnią korelację pomiędzy pH naparu a zawartością kwercetyny i kwasu galusowego w naparach sześciominutowych. Jak podaje Waszkiewicz-Robak [17], w ciągu pierwszych 2-3 min parzenia do naparu przechodzi prawie cała zawartość alkaloidów. Dopiero w dalszych minutach parzenia do roztworu przechodzą związki polifenolowe i garbniki.

Wnioski

1. Wraz z wydłużaniem czasu parzenia w naparach herbat rozdrobnionych typu *dust* i *fannings* wzrastała zawartość kofeiny, teobrominy, kwasu galusowego oraz kwercetyny.
2. Napary herbat zielonych charakteryzowały się największą, a czarnych najmniejszą koncentracją zarówno metyloksantyn, jak i związków fenolowych.
3. Zawartość kwercetyny w naparach herbacianych była istotnie skorelowana z zawartością kwasu galusowego.

Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków 21–22 czerwca 2007 r.

Literatura

- [1] Bonnely S., Davis A.L., Lewis J.R., Astill C.: A model oxidation system to study oxidized phenoli compounds present in black tea. *Food Chem.*, 2003, **83**, 485-492.
- [2] Chen Q.-C., Mou S.-F., Hou X.-P., Ni Z.-M.: Simultaneous determination of caffeine, theobromine and theophylline in foods and pharmaceutical preparation by using ion chromatography. *Anal. Chim. Acta* 1998., **371 (2-3)**, 287-296.
- [3] Ferrara L., Montesano D., Senatore A.: The distribution of minerals and flavonoids in the tea plant (*Camelia sinensis*). *Il Farmaco*, 2001, **56**, 397-401.
- [4] Fik M., Zawisłak A.: Porównanie właściwości przeciwutleniających wybranych herbat. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **3 (40)**, 98-105.
- [5] Fung K.H., Zhang Z.Q., Wong J.W.C., Wong M.H.: Fluoride contents in tea and in their infusion. *Environ. Poll.*, 1999, **104**, 197-205.
- [6] Goto T., Yoshida Y., Kiso M., Nagashima H.: Simultaneous analysis of individual catechins and caffeine in green tea. *J. Chromatogr. A*, 1996, **749**, 295-299.
- [7] Hicks M.B., Hsieh Y.-H., Bell L.N.: Tea preparation and its influence on methyloxantine concentration, *Food Res. Int.*, 1996, **29 (2-3)**, 325-330.
- [8] Horie H., Kohata H.: Analysis of tea component by high-performance liquid chromatography and high-performance capillary electrophoresis. *J. Chromatogr. A*, 2000, **881**, 425-438.
- [9] Jaganyi D., Ndlovu T.: Kinetics of tea infusion. Part 3: The effect of tea bag size and shape on the rate of caffeine extraction from Ceylon orange pekoe tea. *Food Chem.*, 2001, **75**, 63-66.
- [10] Kaczmarek U.: Wartości pH i stężenia fluorków w wybranych herbatach. *Annal. Acad. Med. Stetin.*, 2004, **50**, 58-61.
- [11] Perucka I.: Skład chemiczny liści herbaty. *Biul. Magnezoil.*, 2001, **6 (3)**, 443-451.
- [12] Peterson Peterson., Dwyer J., Bhagwat S., Haytowitz D., Holden J., Eldridge A.L., Beecher G., Aldeesanni J.: Major flavonoids in dry tea. *J. Food Composit. Anal.*, 2005, **18**, 487-501.
- [13] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4 (41)**, 5-27.
- [14] Śmiechowska M., Przybyłowski P., Dmowski P., Newerli-Guz J.: Określenie zawartości azotanów (V) i (III) oraz garbników w herbatach czarnych importowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **2 (35)**, 98-105.
- [15] Wang H., Provan G.J., Helliwell K.: Tea flavonoids: their functions, utilization and analysis. *Trends Food Sci. Technol.*, 2000, **11**, 152-160.
- [16] Wang H., Helliwell K.: Determination of flavonols in green and black tea leaves and green tea infusions by high-performance liquid chromatography. *Food Res. Int.*, 2001, **34**, 223-227.
- [17] Waszkiewicz-Robak B.: *Użytki. W: Towaroznawstwo żywności przetworzonej – pod red. F. Świdzkiego.* Wyd. SGGW, 1999, s. 427-436.
- [18] Weisburger J.H.: Tea and health: a historical perspective. *Cancer Lett.* 1997, **114**, 315-317.
- [19] Wołosiak R., Rudny M., Skrobek E., Worobiej E., Drużyńska B.: Charakterystyka aromatu i właściwości przeciwutleniających wybranych naparów używek i ziół. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **3 (52)**, 109-118.
- [20] Wu C.D., Wei G.-H.: Tea as functional food for oral health. *Nutrition*, 2002, **18 (5)**, 443-444.

- [21] Yao L., Liang Y., Datta N., Singanusong R., Liu X., Duan J., Raymont K., Lisle A., Xu Y.: HPLC analyses of flavonols and phenolic acids in the fresh young shoots of tea (*Camelia sinensis*) grown in Australia. *Food Chem.*, 2004, **84**, 253-163.
- [22] Yen G., Chen H.Y., Peng H.H.: Antioxidant and prooxidant effects of various tea extract. *J. Agric. Food. Chem.*, 1997, **45**, 30-34.

CONTENT PROFILE OF SOME SELECTED METHYLYXANTHINES AND PHENOLIC COMPOUNDS IN INFUSIONS OF VARIOUS TEA TYPES IN A CRUMBLED FORM (DUST AND FANNINGS) DEPENDING ON THE BREWING TIME

S u m m a r y

This paper presents the results of the studies on content levels of methylxanthines: theophylline, theobromine, caffeine, and of phenolic compounds: quercetin, gallic acid, in infusions made of various tea types in a crumbled form. In the experiment, three types of tea, packed in teabags, were used: green, red (Pu-erh), and black tea, manufactured by different companies. Infusions were made of those tea types. The tea infusions differed among each other by the content of the determined components depending on both the brewing time, the type of tea, and the manufacturer of tea.

No theophylline was found in the infusions of the teas tested whereas the contents of theobromine, caffeine, gallic acid, and quercetin grew along with the increase in brewing time. The infusions of green teas were characterized by the highest concentration of the compounds indicated, whereas the infusions of black teas – by the lowest concentration of them. The content of quercetin was significantly positively correlated with the content of the gallic acid. Moreover, when comparing the infusions of various tea types among each other, it was found that the majority of significant dependencies among the results of measured content levels of substances determined were in the infusions of black teas. When analysing the infusions of teas with regard to their brewing time, the majority of significant correlations among the compounds investigated were shown in infusions, which were brewed for 6 minutes.

Key words: tea, caffeine, theobromine, gallic acid, quercetin ☒

EUGENIA CZERNYSZEWICZ

WAŻNOŚĆ WYBRANYCH CECH JAKOŚCIOWYCH JABŁEK DLA KONSUMENTÓW

Streszczenie

Celem pracy było poznanie oraz ocena cech uwzględnianych przez konsumentów przy zakupie świeżych jabłek oraz związków pomiędzy preferencjami a postawami konsumentów. Analizę wykonano na podstawie danych z badań ankietowych przeprowadzonych w 2004 r. wśród mieszkańców Lublina. Badania wskazują, że cechy demograficzne i społeczno-ekonomiczne są istotnie związane z preferencjami nabywców jabłek. W opinii respondentów przy zakupie jabłek uwzględnia się według ważności następujące cechy: świeżość, smak, brak uszkodzeń mechanicznych, czystość owoców, odmiana, cena, informacja o braku szkodliwych dla zdrowia pozostałości, barwa, kraj pochodzenia, duży wybór, wielkość owoców, technologia produkcji, nazwa producenta. Z uwagi na zróżnicowanie preferencji w zależności od cech demograficznych i społeczno-ekonomicznych kupujących zwiększeniu efektywności działań promocyjnych, mających na celu zwiększenie spożycia jabłek, będzie sprzyjać ukierunkowanie ich na określone segmenty nabywców.

Słowa kluczowe: jabłka, zakupy, preferencje

Wprowadzenie

Jabłka są ważnym składnikiem diety Polaków. W latach 2001-2006 roczne spożycie tych owoców wynosiło średnio 21,4 kg/osobę i wykazywało niewielką tendencję malejącą [6]. Głównym źródłem zaopatrzenia rodzin w jabłka są najczęściej targowiska lub sklepy owocowo-warzywne [1]. Czynniki wpływającymi na wybór jabłek są ich cechy wewnętrzne obejmujące właściwości sensoryczne i aspekty zdrowotne (w tym bezpieczeństwo), a także cechy zewnętrzne zawierające m.in. charakterystyki produkcyjne, aspekty środowiskowe oraz marketingowe. Znajomość związków pomiędzy cechami jabłek i preferencjami kupujących jest ważna, aby lepiej zaspokoić potrzeby różnych grup konsumentów i przez to zwiększyć spożycie tych cennych owoców. Problematyka ta jest również istotna z punktu widzenia producentów, bowiem

informacja o gatunku, który powinien dominować w produkcji jabłek w naszym kraju wyznacza opłacalność produkcyjną.

Celem pracy było poznanie i ocena ważności dla konsumentów wybranych cech jabłek podczas zakupu oraz związków pomiędzy preferencjami kupujących a ich cechami demograficzno-społecznymi i ekonomicznymi.

Material i metody badań

Analizę wykonano na podstawie wyników badań ankietowych przeprowadzonych w 2004 r. wśród mieszkańców Lublina. Badana populacja konsumentów (269 osób) była próbą kwotową odzwierciedlającą strukturę wiekową mieszkańców w czterech grupach wiekowych. W analizie uwzględniono jako zmienne objaśniające: płeć konsumentów, ich wiek, wykształcenie (4 grupy), typ biologiczny rodziny (5 grup) i subiektywną ocenę sytuacji materialnej (w skali 5-stopniowej). Zmienne objaśniane dotyczyły ważności dla kupujących wybranych cech jabłek, takich jak: świeżość, wielkość owoców, barwa skórki, czystość, odmiana, uszkodzenia, smak, sposób opakowania, kraj pochodzenia, cena, informacja o braku szkodliwych pozostałości, technologia produkcji i możliwość wyboru. Ważność cech określano w skali 5-stopniowej.

Analizę statystyczną przeprowadzono na podstawie współczynnika korelacji liniowej Pearsona oraz współczynnika korelacji rang Spearmana. Współczynnik korelacji Pearsona może przyjmować wartości z przedziału $[-1; 1]$. Siłę liniowego związku pomiędzy zmiennymi wskazuje wartość bezwzględna współczynnika. Korelacja jest tym silniejsza im przyjmuje wartość bliższą jedności, a tym słabsza, im wartość współczynnika jest bliższa 0. Niska wartość współczynnika (bliska 0) pozwala na wnioskowanie o braku liniowego związku pomiędzy zmiennymi [2]. Współczynnik korelacji rang Spearmana, w przeciwieństwie do poprzedniego, jest wskaźnikiem dowolnej monotonicznej zależności między zmiennymi, którymi są cechy o charakterze jakościowym. Współczynnik ten przyjmuje, podobnie jak współczynnik korelacji Pearsona, wartości z przedziału $[-1; 1]$. Im bliższy jest on liczbie 1 lub -1, tym silniejsza jest analizowana zależność.

Opisu zależności między zmiennymi objaśnianymi i objaśniającymi dokonano za pomocą analizy wielorakiej regresji liniowej. W analizie uwzględniono trzy poziomy istotności testu przy $\alpha < 0,05$, $\alpha < 0,01$ i $\alpha < 0,001$. Obliczenia statystyczne wykonano w systemie SAS wersja 9.1.

Wyniki i ich dyskusja

Jabłka dostępne na rynku krajowym różnią się między sobą wieloma cechami, które niejednakowo są oceniane przez konsumentów i nie są dla nich jednakowo ważne, stąd mają one wpływ na wybór owoców podczas zakupów.

Niektóre cechy badanej populacji konsumentów przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Charakterystyka badanej populacji konsumentów ogółem oraz według płci, wieku, wykształcenia i oceny sytuacji materialnej (N=269).

Total descriptive statistics of the total consumer population investigated and according to their sex, age, education, and opinion of financial situation (N=269).

Wyszczególnienie Specification	[% badanej populacji] [Percent of the population investigated]		
	Ogółem Total	Kobiety Women	Mężczyźni Men
Ogółem / Total	100	53,8	46,2
Wiek: / Age:			
do 20 lat / to 20 years of age	10,8	9,3	12,5
21-40 lat / 21-40 years	38,3	40,7	35,8
41-60 lat / 41-60 years	33,1	32,9	35,0
powyżej 60 lat / over 60 years of age	17,8	17,1	16,7
Wykształcenie: / Education:			
podstawowe / elementary school	9,5	7,4	10,1
zawodowe / vocational school	17,1	13,3	20,2
średnie / secondary school	43,0	50,4	37,0
wyższe / university	30,4	28,9	32,8
Ocena sytuacji materialnej: Opinion on the financial situation:			
bardzo zła / very bad	2,3	2,9	1,7
zła / bad	12,0	11,6	13,4
zadowolająca / satisfying	47,0	51,4	42,9
dobra / good	33,5	30,4	34,5
bardzo dobra / very good	5,3	3,6	7,6

Wśród ankietowanych dominowały kobiety (53,8%). W próbie konsumentów ponad 73% stanowiły osoby z wykształceniem przynajmniej średnim, z tego ponad 30% miało wykształcenie wyższe. Około 15% respondentów oceniało swoją sytuację materialną jako bardzo złą lub złą, 47% jako zadowolającą, a 33,5% – dobrą. W subiektywnej ocenie 5,3% respondentów sytuacja dochodowa rodziny była bardzo dobra. Największy odsetek ankietowanych pochodził z rodzin z dziećmi w wieku szkolnym (29,9%) oraz z rodzin wielopokoleniowych – 29,1%. Prawie 28% respondentów stanowiły osoby samotne bez dzieci. Najmniej ankietowanych reprezentowało rodziny z dziećmi w wieku przedszkolnym i małżeństwa bezdzietne (odpowiednio 7,1 i 6,3%). W badanej próbie ponad 38% stanowiły osoby w wieku 21–40 lat, a 33,1% osoby w wieku 41–60 lat. Osób starszych, w wieku powyżej 60 lat było 17,8%, a młodych w wieku do 20 lat – 10,8%.

Tabela 2

Współczynniki korelacji liniowej Pearsona i współczynniki korelacji rang Spearmana pomiędzy cechami demograficznymi i społeczno-ekonomicznymi konsumentów a preferencjami w zakresie wybranych cech jabłek uwzględnianych przy zakupie.

Pearson's linear correlation coefficients and Spearman's rank correlation coefficients among the demographic and socio-economic features of consumers and the preferences in the range of some selected features of apples as considered by consumers, who buy them.

Zmienne Variables	Rodzaj statystyki Kind of statistic	Płeć Sex	Wiek Age	Wykształcenie Education	Typ rodziny Type of family	Ocena sytuacji materialnej Opinion on financial situation
Świeżość / Freshness N=262	A	-0,106	-0,111	0,131*	0,061	0,010
	B	-0,095	-0,142*	0,151**	0,033	0,035
Wielkość owoców Size of fruit N=263	A	0,109	-0,072	0,067	-0,040	-0,069
	B	0,105	-0,065	0,056	-0,064	-0,075
Barwa skórki Colour of peel N=261	A	-0,008	-0,101	0,069	-0,024	0,029
	B	-0,011	-0,090	0,053	-0,026	0,039
Czystość owoców Cleanness of fruits N=262	A	-0,024	-0,050	0,088	0,097	0,104
	B	-0,040	-0,030	0,112	0,098	0,121*
Odmiana / Cultivar N=262	A	-0,116	-0,086	0,079	-0,026	-0,014
	B	-0,113	-0,081	0,047	-0,025	-0,037
Uszkodzenia owocu Mechanical damage of fruit N=259 (1-5)	A	-0,037	-0,151**	0,112	0,025	0,036
	B	-0,034	-0,144*	0,110	-0,006	0,028
Sposób opakowania Type of packaging N=258	A	0,024	-0,093	0,130*	0,048	0,113
	B	0,022	-0,079	-0,130*	0,034	0,133*
Smak / Taste N=261	A	-0,114	-0,123*	0,002	-0,093	0,043
	B	-0,080	-0,098	-0,037	-0,042	0,017
Kraj pochodzenia Country of origin N= 260	A	0,049	-0,069	0,150**	0,199**	-0,089
	B	0,033	-0,082	0,113	0,181**	-0,078
Duży wybór Large choice N=258	A	-0,035	-0,092	0,159*	0,103	0,040
	B	-0,038	-0,079	0,132	0,086	0,034
Cena/ Price N= 262	A	-0,062	-0,074	-0,007	0,041	-0,056
	B	-0,079	-0,103	-0,044	0,013	-0,095
Informacja o braku szkodliwych pozostałości Information on harmful residues N=258	A	-0,080	-0,034	0,071	0,121*	-0,006
	B	-0,084	-0,030	0,075	0,097	-0,030
Nazwa producenta Name of producer N=255	A	-0,023	-0,018	0,069	0,136*	-0,033
	B	-0,020	-0,007	0,064	0,129*	-0,046
Technologia produkcji Production technology N=259	A	-0,014	0,012	0,057	0,162**	0,042
	B	-0,015	0,016	0,050	0,153**	0,038

Objaśnienia : / Explanatory notes :

A – współczynnik korelacji liniowej Pearsona / Pearson's linear correlation coefficient; B – współczynnik korelacji rang Spearmana / Spearman's rank correlation coefficient; Istotność współzależności przy $\alpha < 0,05^*$; $\alpha < 0,01^{**}$; $\alpha < 0,001^{***}$ / Significance of the correlations at $\alpha < 0,05^*$; $\alpha < 0,01^{**}$; $\alpha < 0,001^{***}$

Siłę i kierunek współzależności pomiędzy cechami demograficznymi i społeczno-ekonomicznymi kupujących a preferencjami podczas zakupu jabłek przedstawiono w tab. 2.

Z danych tych wynika, że istnieje statystycznie istotna ujemna liniowa współzależność pomiędzy wiekiem kupujących a znaczeniem dla nich świeżości, smaku i uszkodzeń owoców oraz dodatnia korelacja pomiędzy wykształceniem konsumentów a ważnością takich cech jabłek, jak: świeżość, sposób opakowania, kraj pochodzenia oraz duży wybór. Ponadto statystycznie istotna i dodatnia była współzależność pomiędzy typem biologicznym rodziny a znaczeniem takich cech, jak: informacja o braku szkodliwych pozostałości, nazwa producenta, kraj pochodzenia jabłek i technologia produkcji. Przy poziomie istotności $\alpha < 0,05$ istotna okazała się zależność pomiędzy subiektywną oceną sytuacji materialnej przez ankietowanych a ważnością informacji o czystości owoców i sposobie ich opakowania. W przypadku pozostałych zależności, przyjmując dowolny poziom istotności testu nie można było odrzucić hipotezy zerowej, która zakładała, że współczynnik korelacji jest równy zero. Preferencje, co do wielkości owoców, barwy skórki, odmiany i ceny nie były istotnie związane z żadną z wymienionych cech demograficznych i społeczno-ekonomicznych respondentów.

Wskazania odnośnie znaczenia smaku jabłek w zależności od wieku respondentów przedstawiono w tab. 3. Najczęściej preferowane były jabłka słodko-kwaśne (winne) lub słodkie (odpowiednio 48,8% i 39,1% wskazań). Brak preferencji w tym zakresie deklarowało tylko 7,4% ankietowanych konsumentów w Lublinie. Wraz z wiekiem zwiększał się odsetek osób wybierających jabłka o smaku słodko-kwaśnym (39,3% wskazań przez osoby w wieku do 20 lat, a 52,3% przez osoby w wieku powyżej 60 lat) oraz tych, dla których cecha ta nie miała znaczenia (wskazania w skrajnych grupach wiekowych wynosiły odpowiednio 3,6% i 9,1%). Smak był cechą ważną lub bardzo ważną dla większego odsetka pytanym w wieku do 20 lat i 21–40 lat niż dla osób ze starszych grup wiekowych.

Tabela 3

Preferencje konsumentów odnoszące się do smaku jabłek [% wskazań według wieku respondentów].
Consumers' preferences referring to the taste of apples [% of indications according to the age of respondents].

Smak jabłek Taste (N=258)	Ogółem Total	Do 20 lat To 20 years of age	21-40 lat years	41-60 lat years	Powyżej 60 lat Over 60 years of age
Słodkie / Sweet	39,1	36,4	42,4	34,5	36,4
Słodko-kwaśne / Sweet-sour	48,8	39,3	45,5	54,0	52,3
Kwaśne / Sour	4,7	10,7	5,1	3,4	2,3
Nie ma znaczenia / of no importance	7,4	3,6	7,1	8,0	9,1

Preferencje w zakresie smaku jabłek nie były związane statystycznie istotnie z typem biologicznym rodziny respondenta. Jabłka słodkie częściej były preferowane przez osoby samotne (52,2% wskazań), a 40,5% wskazań pochodziło od kupujących z rodzin z dziećmi w wieku przedszkolnym). Pozostali respondenci w większości preferowali jabłka o smaku słodko-kwaśnym – 51,4% wskazań wśród osób z rodzin z dziećmi w wieku przedszkolnym, 59,2% wskazań wśród pytanych z rodzin wielopokoleniowych, a tylko 35,8% wśród osób samotnych) [1]. Podobne preferencje w zakresie smaku jabłek stwierdziła Trębacz [7] w badaniach przeprowadzonych w latach 1999–2000 wśród mieszkańców Poznania.

Wraz z wiekiem malało znaczenie świeżości przy wyborze jabłek, a wzrastało wraz ze wzrostem wykształcenia respondentów. Za bardzo ważną uznało tę cechę ok. 78% ankietowanych z wykształceniem podstawowym lub zawodowym, prawie 84% osób z wykształceniem średnim i ponad 92% osób z wykształceniem wyższym.

Podczas zakupów na uszkodzenia jabłek istotnie częściej zwracały uwagę osoby z młodszych grup wiekowych w porównaniu z osobami starszymi. Uszkodzenia owoców były bardzo ważne lub ważne dla 94% respondentów w wieku do 40 lat, a tylko dla 77% respondentów w wieku powyżej 60 lat.

Im ankietowani lepiej oceniali swoją sytuację materialną tym częściej czystość owoców była bardzo ważna przy wyborze jabłek. Z kolei sposób opakowania był bardzo ważny lub ważny dla 36–39% ankietowanych niezależnie od oceny sytuacji materialnej. Wraz z polepszeniem sytuacji materialnej zmniejszał się odsetek osób, dla których cecha ta była nieważna.

Ważność kraju pochodzenia przy wyborze jabłek wzrastała wraz z wykształceniem ankietowanych. Cecha ta była ważna dla 44% osób z wykształceniem podstawowym i dla 65 i 66% osób z wykształceniem, odpowiednio, średnim lub wyższym. Ponadto osoby samotne istotnie rzadziej oceniały tę cechę jako bardzo ważną lub ważną, a częściej jako mało ważną lub nieważną.

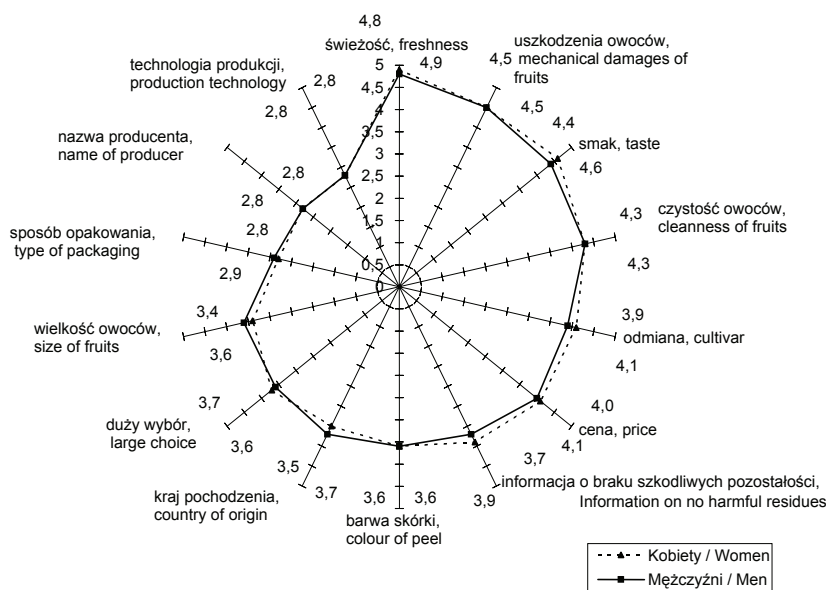
Informacja o braku szkodliwych pozostałości w jabłkach była cechą bardzo ważną dla prawie 56% ankietowanych z dziećmi w wieku przedszkolnym, a tylko dla około 34% osób samotnych. Osoby samotne, w porównaniu z pozostałymi typami respondentów, istotnie rzadziej zwracały też uwagę na technologię produkcji owoców. Cecha ta była nieważna dla 25,4% osób samotnych, a tylko dla 9,7% osób z rodzin z dziećmi w wieku przedszkolnym i 12,5% ankietowanych z rodzin wielopokoleniowych.

W skali 5-punktowej średnio największe znaczenie przy wyborze jabłek uzyskały świeżość (4,8 pkt), smak (4,5 pkt) i uszkodzenia owoców (4,5 pkt). W dalszej kolejności konsumenci zwracali uwagę na takie cechy, jak: czystość owoców (4,3 pkt), odmiana (4,0 pkt), cena (4,0 pkt), informacja o braku szkodliwych pozostałości (3,8 pkt), barwa skórki (3,6 pkt), kraj pochodzenia (3,6 pkt), duży wybór (3,6 pkt) oraz wielkość owoców (3,4 pkt). Najmniej ważne przy wyborze jabłek okazały się sposób opakowa-

nia, technologia produkcji i nazwa producenta (po 2,8 pkt). Uregulowania w zakresie niektórych z wymienionych cech m.in. wielkości owoców, uszkodzeń mechanicznych owoców i innych są zawarte w standardach jakości handlowej jabłek i gruszek [3, 5].

Płeć konsumentów w niewielkim stopniu (statystycznie nieistotnym) wpływała na ważność wymienionych cech (tab. 2, rys. 1). Największą różnicę 0,2 pkt odnotowano w przypadku takich cech, jak: smak, odmiana, wielkość owoców, kraj pochodzenia i informacja o braku szkodliwych pozostałości. Przy wyborze jabłek kobiety przypisywały większe znacznie odmianie, zwracały większą uwagę na smak i informacje o braku szkodliwych pozostałości, a mężczyźni na wielkość owoców oraz ich pochodzenie.

Z badań przeprowadzonych w Szwajcarii [4], podobnie jak z niniejszej pracy, wynika, że świeżość jest podstawowym kryterium wyboru jabłek i to niezależnie od płci, wieku czy ilości spożywanych owoców [4]. W badaniach szwajcarskich wygląd i metoda produkcji były mniej ważne.



Rys. 1. Średnia ważność dla konsumentów wybranych cech przy zakupie świeżych jabłek.

Fig. 1. Average importance of the selected features as considered by the consumers buying fresh apples.

Sposób opakowania i czystość owoców były istotnie współzależne z oceną sytuacji materialnej badanych. Im sytuacja materialna ankietowanych była lepsza, tym cechy te miały większe znaczenie przy wyborze jabłek. Wartość ocen odnośnie sposobu opakowania wahała się od 2,5–3 pkt w przypadku osób będących w bardzo złej, złej lub zadowalającej sytuacji materialnej, a 3,4 pkt w przypadku oceniających swoją sytuację materialną jako dobrą lub bardzo dobrą. Znaczenie czystości owoców przy wy-

borze jabłek wahało się od 4,2 do 4,4 pkt, przy czym większe znaczenie cecha ta miała dla osób lepiej oceniających swoją sytuację materialną.

Średnią ocenę ważności wyszczególnionych cech jabłek w zależności od płci, wieku, wykształcenia, typu biologicznego rodziny i oceny sytuacji materialnej oraz wartość współczynnika regresji β w wyjściowym modelu wielorakiej regresji liniowej, wartość funkcji F i poziom istotności p współczynników regresji przedstawiono w tab. 4.

T a b e l a 4

Średnia ważność wybranych cech jabłek dla konsumentów (w skali 1-5), β współczynnik regresji, wartość funkcji F i p poziom istotności współczynników w analizie wielorakiej regresji liniowej.

Average importance of the selected apple features for consumers (scale 1-5). β regression coefficient, F function value, and p level of coefficient significance in the analysis of multiple linear regression.

Zmienne / Variables	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Ł	M
Ogółem, / Total	4,8	3,5	3,6	4,3	4,0	4,5	2,8	4,5	3,6	3,6	4,0	3,8	2,8	2,8
Płeć / Sex	$\beta = -$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta =$	$\beta = -$	$\beta =$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$
	0,07	0,26	0,01	0,01	0,24	0,02	0,05	0,23	0,30	0,01	0,12	0,17	0,04	0,02
	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =
	1,34	3,39	0,00	0,01	3,67	0,03	0,10	4,79	3,49	0,00	0,77	0,93	0,06	0,01
	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =
	0,25	0,07	0,95	0,91	0,05	0,87	0,76	0,03	0,06	0,96	0,38	0,33	0,80	0,91
Kobiety / Women	4,9	3,4	3,6	4,3	4,1	4,5	2,8	4,6	3,5	3,7	4,1	3,9	2,8	2,8
Mężczyźni / Men	4,8	3,6	3,6	4,3	3,9	4,5	2,9	4,4	3,7	3,6	4,0	3,7	2,8	2,8
Wiek / Age	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$	$\beta = -$
	0,10	0,07	0,16	0,09	0,05	0,21	0,21	0,08	0,20	0,19	0,20	0,19	0,13	0,10
	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =
	6,43	=30,5 3	3,33	1,56	0,46	10,07	4,43	1,32	3,79	4,21	4,60	2,94	1,44	0,77
	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =
	0,01	0,47	0,07	0,21	0,50	0,001	0,04	0,25	0,05	0,04	0,03	0,09	0,23	0,38
Do 20 lat To 20 years of age	4,8	3,6	3,5	4,2	4,0	4,5	2,7	4,6	3,7	3,6	4,0	4,0	3,0	2,8
21-40 lat / years	4,9	3,5	3,8	4,4	4,0	4,7	3,0	4,6	3,6	3,7	4,2	3,7	2,7	2,7
41-60 lat / years	4,8	3,4	3,6	4,3	4,1	4,5	2,8	4,4	3,7	3,7	3,9	3,9	2,9	2,9
Powyżej 60 lat / over 60 years of age	4,7	3,3	3,3	4,1	3,6	4,2	2,5	4,4	3,3	3,3	3,9	3,6	2,7	2,7
Wykształcenie Education	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$	$\beta =$
	0,08	0,12	0,08	0,10	0,09	0,11	0,11	0,03	0,24	0,17	0,03	0,11	0,11	0,04
	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =	F =
	4,71	2,08	1,07	2,37	1,62	3,76	1,43	0,25	6,93	4,44	0,11	1,25	1,19	0,18
	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =	p =
	0,03	0,15	0,30	0,12	0,20	0,05	0,23	0,61	0,01	0,04	0,74	0,26	0,28	0,67
Podstawowe Elementary school	4,7	3,2	3,3	4,3	3,9	4,4	2,4	4,5	2,9	3,1	4,0	3,7	2,4	2,5
Zawodowe Vocational school	4,7	3,4	3,6	4,1	3,7	4,3	2,5	4,4	3,5	3,4	4,0	3,6	2,8	2,9

c.d. tab. 4.

Średnie Secondary school	4,8	3,4	3,6	4,3	4,1	4,5	2,9	4,6	3,6	3,8	4,1	3,7	2,8	2,8
Wyższe University	4,9	3,5	3,6	4,4	4,0	4,6	2,9	4,4	3,7	3,7	4,0	3,9	2,9	2,9
Typ biologiczny rodziny Biological type of family	$\beta =$ 0,04	$\beta =$ 0,06	$\beta =$ 0,02	$\beta =$ 0,06	$\beta =$ 0,02	$\beta =$ 0,06	B = 0,09	$\beta =$ 0,04	$\beta =$ 0,21	$\beta =$ 0,10	$\beta =$ 0,07	$\beta =$ 0,15	$\beta =$ 0,15	$\beta =$ 0,16
	F = 3,41	F = 0,00	F = 0,17	F = 2,07	F = 0,19	F = 3,15	F = 2,35	F = 1,05	F = 12,34	F = 3,73	F = 2,08	F = 5,30	F = 5,48	F = 6,62
Rodzina z dziećmi w wieku przedszkolnym Family with pre-school children	p = 0,07	p = 0,99	p = 0,68	p = 0,15	p = 0,66	p = 0,08	p = 0,12	p = 0,31	p = 0,001	p = 0,05	p = 0,15	p = 0,02	p = 0,02	p = 0,01
Rodzina wielopokoleniowa Many generations family	4,9	3,6	3,7	4,3	4,1	4,6	2,9	4,5	3,7	3,8	4,2	4,0	2,8	2,9
Subiektywna ocena sytuacji materialnej Subjective opinion on the financial situation	$\beta =$ 0,01	$\beta =$ 0,13	$\beta =$ 0,03	$\beta =$ 0,08	$\beta =$ 0,01	$\beta =$ 0,00	$\beta =$ 0,15	$\beta =$ 0,09	$\beta =$ 0,23	$\beta =$ 0,00	$\beta =$ 0,04	$\beta =$ 0,02	$\beta =$ 0,11	$\beta =$ 0,02
	F = 0,08	F = 2,41	F = 0,11	F = 1,20	F = 0,03	F = 0,01	F = 2,54	F = 1,74	F = 5,34	F = 0,00	F = 0,25	F = 0,02	F = 1,14	F = 0,05
	p = 0,77	p = 0,12	p = 0,74	p = 0,27	p = 0,87	p = 0,94	p = 0,11	p = 0,19	p = 0,02	p = 0,99	p = 0,62	p = 0,88	p = 0,29	p = 0,82
Bardzo zła lub zła Very bad or bad	4,8	4,0	3,8	4,2	4,1	4,5	3,0	4,4	3,8	3,5	4,2	3,6	3,0	2,8
Zadawalająca Satisfying	4,8	3,3	3,4	4,2	3,9	4,5	2,5	4,5	3,5	3,6	4,0	3,9	2,8	2,7
Dobra Good	4,9	3,4	3,7	4,4	4,0	4,6	3,0	4,6	3,6	3,7	4,0	3,8	2,8	2,9
Bardzo Dobra/ Very Good	4,6	3,9	3,9	4,4	3,9	4,2	3,4	4,0	3,1	3,5	3,9	3,2	2,5	2,7

A – świeżość, freshness; B - wielkość owoców, size of fruit; C - barwa skórki, colour of peel; D – czystość owoców, cleanness of fruits; E – odmiana, cultivar; F – uszkodzenia owoców, mechanical damages of fruit; G – sposób opakowania, type of packaging; H – smak, taste; I – kraj pochodzenia, country of origin; J - duży wybór, large choice; K – cena, price; L - informacja o braku szkodliwych pozostałości, information on lack of harmful residues; Ł – nazwa producenta, name of producer; M – technologia produkcji, production technology

Uwzględniając wszystkie cechy demograficzne i społeczno-ekonomiczne okazało się, że ocenę analizowanych cech wpływających na wybór jabłek najbardziej różnicował typ rodziny i wiek ankietowanych. Potwierdza to zasadność doboru próby respondentów według kryterium wiekowego mieszkańców Lublina. W wyniku eliminacji zmiennych objaśniających statystycznie nieistotnych uzyskano modele wielorakiej regresji liniowej, które zapisano w postaci następujących równań:

- (1) Świeżość = $4,71 - 0,11 \cdot \text{wiek} + 0,08 \cdot \text{wykształcenie} + 0,04 \cdot \text{typ rodziny}$
- (2) Czystość owoców = $3,91 + 0,12 \cdot \text{wykształcenie}$
- (3) Odmiana = $4,31 - 0,23 \cdot \text{płeć}$
- (4) Uszkodzenia owoców = $4,48 - 0,20 \cdot \text{wiek} + 0,11 \cdot \text{wykształcenie}$

- (5) Sposób opakowania = $2,16 + 0,19 \cdot \text{ocena sytuacji materialnej}$
- (6) Smak = $5,08 - 0,11 \cdot \text{wiek} - 0,21 \cdot \text{płeć}$
- (7) Kraj pochodzenia = $3,00 - 0,20 \cdot \text{wiek} + 0,30 \cdot \text{płeć} + 0,24 \cdot \text{wykształcenie} - 0,23 \cdot \text{ocena sytuacji materialnej} + 0,21 \cdot \text{typ rodziny}$
- (8) Duży wybór = $3,2 - 0,18 \cdot \text{wiek} + 0,17 \cdot \text{wykształcenie} + 0,10 \cdot \text{typ rodziny}$
- (9) Informacja o braku szkodliwych pozostałości = $3,74 - 0,19 \cdot \text{wiek} + 0,16 \cdot \text{typ rodziny}$
- (10) Nazwa producenta = $2,40 + 0,11 \cdot \text{yp rodziny}$
- (11) Technologia produkcji = $2,33 + 0,14 \cdot \text{typ rodziny}$

W przypadku pozostałych cech jabłek (zmiennych objaśnianych), takich jak: wielkość owoców, barwa skórki i cena zależności ze zmiennymi objaśniającymi, jakimi były cechy demograficzno-społeczne i ekonomiczne ankietowanych, były statystycznie nieistotne.

Otrzymane wyniki pozwalają wnioskować, że wraz z przejściem do kolejnej grupy wiekowej wzrosło znaczenie czystości owoców o 0,12 pkt, w skali 5-punktowej (równanie 2). Znaczenie odmiany przy wyborze jabłek zmniejszy się o 0,23 pkt w zależności od płci ankietowanych (równanie 3). Z kolei z równań 10. i 11. wynika, że znaczenie technologii produkcji i nazwy producenta zwiększy się odpowiednio o 0,14 i 0,11 pkt wraz z przejściem do następnego typu rodziny. Znaczenie sposobu opakowania przy wyborze jabłek będzie wzrastało średnio o 0,19 pkt wraz z lepszą oceną sytuacji materialnej respondentów (równanie 5). Z równania 4. można wnioskować, że przy danym wykształceniu konsumentów znaczenie uszkodzenia jabłek przy wyborze zmniejszy się o 0,20 pkt wraz z przejściem do kolejnej grupy wiekowej. Zatem przejście do kolejnej grupy wiekowej spowoduje zmniejszenie znaczenia uszkodzenia przy wyborze jabłek o 0,20 pkt. Przy ustalonej wartości zmiennej 'wiek' przejście na wyższy poziom wykształcenia spowoduje zwiększenie znaczenia uszkodzenia jabłek przy zakupie o 0,11 pkt. Ponadto z równania 9. można wnioskować, że dla osób reprezentujących dany typ rodziny znaczenie informacji o braku szkodliwych dla zdrowia pozostałości przy wyborze jabłek zmniejszy się o 0,19 pkt wraz z przejściem do następnej grupy wiekowej. Oznacza to, że zmiana grupy wiekowej spowoduje zmniejszenie znaczenia tej cechy o 0,19 pkt. Podobnie w przypadku osób reprezentujących daną grupę wiekową przejście do grupy reprezentującej kolejny typ biologiczny rodziny spowoduje wzrost znaczenia informacji o braku szkodliwych dla zdrowia pozostałości o 0,16 pkt. Z równania 6. można wnioskować, że osoby danej płci będą oceniały smak niżej o 0,11 pkt wraz z przejściem do kolejnej grupy wiekowej. Podobnie mężczyźni reprezentujący określoną grupę wiekową będą oceniali smak przy wyborze jabłek niżej o 0,21 pkt w porównaniu z kobietami z tej samej grupy wiekowej.

Wnioski

1. Preferencje konsumentów przy zakupie świeżych jabłek są związane z cechami demograficzno-społecznymi i ekonomicznymi. Występuje statystycznie istotna ujemna współzależność pomiędzy wiekiem kupujących a znaczeniem świeżości, smaku i uszkodzeń owoców oraz dodatni związek pomiędzy wykształceniem konsumentów a ważnością cech jabłek, takich jak świeżość, sposób opakowania, kraj pochodzenia oraz duży wybór owoców. Statystycznie istotna i dodatnia była również współzależność pomiędzy typem biologicznym rodziny a znaczeniem informacji o braku szkodliwych pozostałości, nazwą producenta, krajem pochodzenia jabłek i technologią produkcji. Ocena sytuacji materialnej ankietowanych miała związek ze znaczeniem czystości owoców i sposobem ich opakowania.
2. Przy wyborze jabłek konsumenci zwracają uwagę w kolejności na następujące cechy: świeżość, uszkodzenia, smak, czystość owoców, odmiana, cena, informacja o braku szkodliwych pozostałości, barwa, kraj pochodzenia, duży wybór, wielkość owoców, technologia produkcji, sposób opakowania, nazwa producenta.
3. Z przeprowadzonych analiz można wnioskować, że odmiana ma istotny wpływ na wybór jabłek przez kobiety i mężczyzn, czystość owoców przez respondentów w różnym wieku, a technologia produkcji i nazwa producenta istotnie wpływa na wybór jabłek przez konsumentów reprezentujących różne typy biologiczne rodzin. Preferencje w zakresie pozostałych cech owoców były istotnie zróżnicowane ze względu na dwie lub więcej cech demograficznych i społeczno-ekonomicznych respondentów.
4. Z uwagi na zróżnicowaną ważność analizowanych cech jabłek dla konsumentów, efektywność działań promocyjnych można zwiększyć kierując je na określone segmenty nabywców.

Literatura

- [1] Czernyszewicz E.: Preferencje konsumentów w zakupie i spożyciu jabłek. *Annales UMCS, sectio EEE*, 2004, **XIV**, 13-23.
- [2] Frączak E., Pęczkowski M., Sienkiewicz K., Skaskiewicz K.: *Statystyka od podstaw z systemem SAS*. SGH, Warszawa 2005.
- [3] *Jabłka i gruszki. Standardy jakości handlowej owoców i warzyw*. MRiRW, Warszawa 2003.
- [4] Péneau S., Hoehn E., Roth H.-R., Escher F., Nuessli J.: Importance and consumer perception of freshness of apples. *Food Quality and Preference*, 2006, **17**, 9-19.
- [5] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1619/2001 z dnia 6 sierpnia 2001 r. w sprawie OJ
- [6] *Rynek owoców i warzyw. Stan i perspektywy*, Warszawa 2007, 30, 24.
- [7] Trębacz A.: Preferencje konsumentów owoców a rynek jabłek deserowych. *Mat. III Ogólnopolskiej Konferencji Ogrodniczej nt. Szanse i zagrożenia dla krajowego ogrodnictwa po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej*, 13-14 grudzień 2000, AR w Lublinie, s. 233-242.

THE IMPORTANCE OF SOME SELECTED QUALITATIVE FEATURES OF APPLES FOR THE BUYERS**S u m m a r y**

The objective of the research was to recognize and evaluate the features of apples the consumers refer to while buying fresh apples, as well as the correlations among the consumers' preferences and attitudes. The analysis was conducted on the basis of the results of questionnaire surveys carried out among the residents in the city of Lublin in 2004. The research shows that the demographic and social-economic features are significantly correlated with the preferences of the buyers of apples. In the opinion of respondents, the following features are taken into consideration when they buy apples, in the order of their importance: freshness, taste, lack of mechanical damage, cleanness of fruits, variety, price, information on lacking residues that might be harmful to health, colour of peel, country of origin, large choice, fruit size, technology of production, producer's name. Owing to the differentiation of preferences depending on the demographic and social-economic feature of the buyers, the efficiency of promotional activities aiming at the increase of apple consumption could be improved by orienting them to relevant segments of purchasers.

Key words: apples, purchase, preferences ☒

JERZY SZPENDOWSKI, EMIL SZYMAŃSKI, MONIKA BIAŁOBRZEWSKA,
AGNIESZKA KWIATKOWSKA

WPŁYW DODATKU CHLORKU WAPNIA I OGRZEWANIA MLEKA NA SKŁAD CHEMICZNY I WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ SERA SALAMI

Streszczenie

W pracy podjęto badania nad określeniem wpływu dodatku chlorku wapnia do mleka i jego ogrzewania na przebieg procesu technologicznego produkcji sera salami, jego skład chemiczny i wartość odżywczą białka.

Badania wykazały, że zastosowanie dodatku chlorku wapnia do mleka (0,02%) i podwyższenie temperatury jego pasteryzacji od 75 do 90°C/15 s pozwoliło na podniesienie o 10% wydajności sera salami. Ser salami wyprodukowany z mleka wzbogaconego chlorkiem wapnia i podanego wysokiej pasteryzacji, w porównaniu z serem otrzymanym metodą tradycyjną, charakteryzował się statystycznie istotnie wyższą (przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$) zawartością wody, związków mineralnych w postaci popiołu, wapnia i fosforu. Analiza zawartości związków azotowych wykazała, że w procesie dojrzewania sera doświadczalnego zachodziły intensywniejsze przemiany proteolityczne, w porównaniu z serem kontrolnym, na co wskazywała wyższa zawartość związków azotowych rozpuszczalnych przy pH 4,6 oraz związków azotowych niebiałkowych. Badania wartości odżywczej białka wykazały, że ser doświadczalny, ze względu na wyższą zawartość aminokwasów egzogennych: izoleucyny, lizyny, cysteiny-cystyny i tryptofanu, w porównaniu z serem produkowanym tradycyjnie, charakteryzował się wyższą wartością odżywcza, określoną wskaźnikiem aminokwasu ograniczającego (CS) i zintegrowanym wskaźnikiem aminokwasów egzogennych (EAAD).

Słowa kluczowe: ser salami, skład chemiczny, aminokwasy, wartość odżywcza białka

Wprowadzenie

Sery podpuszczkowe odgrywają znaczącą rolę w żywieniu ludzi jako cenne źródło białka, tłuszczu i soli mineralnych. Tradycyjna technologia serów podpuszczkowych pozwala na wykorzystanie w produkcie około 75% białek mleka w postaci parakazeinianu wapnia, natomiast białka serwatkowe po procesie koagulacji przemieszczają się do serwatki, która jest surowcem ubocznym [16]. Celem poprawy wydajności procesu oraz

Prof. dr hab. J. Szpendowski, mgr inż. E. Szymański, mgr inż. M. Białobrzewska, mgr inż. A. Kwiatkowska, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 7, 10-719 Olsztyn

wartości odżywczej serów opracowywane są technologie umożliwiające związanie w strukturze sera zarówno kazeiny, jak i białek serwatkowych. Białka serwatkowe mogą być włączone do masy serowej w formie natywnej lub zdenaturowanej. Zatrzymywanie białek serwatkowych w formie natywnej w masie serowej może odbywać się poprzez zagęszczanie mleka serowarskiego metodą ultrafiltracji, która umożliwia zwiększyć wydajność procesu o około 15% [10]. Białka serwatkowe mogą być dodawane do mleka kotłowego w formie zdenaturowanej jako białka partykułowane. Wykorzystanie białek serwatkowych w formie partykułowanej odbywa się dwustopniowo. W pierwszym etapie produkowany jest koncentrat białek partykułowanych z serwatki zagęszczanej techniką ultrafiltracji, który następnie poddawany jest działaniu wysokiej temperatury połączonej z działaniem naprężeń ścinających i chłodzeniu w urządzeniu działającym na zasadzie skrobakowego wymiennika ciepła. Pod wpływem tych czynników białka serwatkowe o wielkości 3–5 nm agregują do wielkości cząstek 1–10 μm . Koncentrat partykułowanych białek serwatkowych dodawany jest następnie do mleka serowarskiego. Agregaty partykułowanych białek serwatkowych po procesie koagulacji podpuszczkowej są mechanicznie uwięzione w skrzepie i dzięki temu mogą być wykorzystane w produkcji [12].

Jedną z metod pozwalających na pełniejsze wykorzystanie białek serwatkowych w technologii serowarskiej jest przeprowadzenie ich termicznej denaturacji w mleku, która pozwala zintegrować kazeinę z białkami serwatkowymi i przeprowadzić ich wspólną koagulację [15]. W czasie ogrzewania mleka powyżej 70°C zachodzi denaturacja białek serwatkowych, głównie β -laktoglobuliny i α -laktoalbuminy, polegająca na zniszczeniu struktury II- i III-rzędowej tych białek i rozwinięciu łańcucha polipeptydowego. Dodatek jonów wapniowych do mleka przed pasteryzacją wpływa na agregację białek serwatkowych i ich interakcję z kazeiną [2, 3, 6].

Celem pracy było określenie wpływu dodatku chlorku wapnia oraz ogrzewania mleka na przebieg procesu technologicznego, skład chemiczny i wartość odżywczą sera salami.

Material i metody badań

Materiałem badawczym był ser salami wyprodukowany w dwóch wariantach technologicznych:

- wariant I - proces technologiczny tradycyjnego sera salami przeprowadzono na podstawie instrukcji technologicznej [14].
- wariant II - proces technologiczny sera salami przeprowadzono z zastosowaniem modyfikacji etapu przygotowania surowca oraz parametrów obróbki skrzepu: surowiec wzbogacano w 0,02% chlorku wapnia i poddawano wysokiej pasteryzacji temp. 90°C/15 s.

Zasadnicze różnice technologiczne pomiędzy wariantami wykazano w tab. 1. Ser ry odpowiadały wymogom normy PN-68/A-86230 [17]. Wykonano po sześć powtó-

rzeń każdego wariantu technologicznego.

Sery po 21 dniach dojrzewania poddawano analizie chemicznej i sensorycznej. Analiza chemiczna obejmowała oznaczenie zawartości: wody, tłuszczu, białka, związków mineralnych w postaci popiołu, azotu rozpuszczalnego w środowisku o pH 4,6 wg AOAC [1], azotu niebiałkowego [19]. Analiza pierwiastków obejmowała oznaczenie zawartości: wapnia i magnezu metodą płomieniowej spektrofotometrii absorpcji atomowej (płomień acetylen-powietrze) wg Whiteside [25].

Przy oznaczaniu wapnia, w celu wyeliminowania oddziaływania fosforu, do wszystkich próbek i wzorców dodawano roztwór chlorku lantanu w ilości zapewniającej 1% stężenie La^{3+} w badanych roztworach. Stosowana aparatura: spektrofotometr absorpcji atomowej Unicam 939 Solar wyposażony w stację danych ADAX, korekcję tła oraz odpowiednie lampy katodowe. Oznaczanie zawartości fosforu wykonywano metodą molibdenianową wg Whiteside [25]. Jako wzorce stosowano odpowiednio rozcieńczone 0,1M roztworem HNO_3 (Suprapur – Merc) standardy firmy BDH o stężeniu 1 mg/cm³. Oznaczanie zawartości aminokwasów przeprowadzono metodą kolumnowej chromatografii jonowymiennej przy użyciu automatycznego analizatora aminokwasów High Performance Analyzer System 6300 firmy BECKMAN zaopatrzonego w kolumnę o długości 120 mm. Do rozdziału aminokwasów stosowano roztwory buforowe wyprodukowane przez producenta analizatora [13]. Podczas przygotowania próbek do analiz przy oznaczaniu zawartości tryptofanu stosowano zasadową hydrolizę białek w 5 M NaOH. Zawartość pozostałych aminokwasów oznaczano po przygotowaniu próbek z zastosowaniem kwasowej hydrolizy białek w 6 M HCl. Przy oznaczaniu łącznej zawartości cystyny i cysteiny, próbki przed hydrolizą poddawano działaniu kwasu nadmanganowego w celu utlenienia tych aminokwasów do kwasu cysteinowego odpornego na rozpad w warunkach kwasowej hydrolizy białek. Hydrolizę białek podczas przygotowywania próbek do analiz prowadzono w temp. $110 \pm 2^\circ\text{C}$. Czas hydrolizy przy oznaczaniu zawartości Cys-Cys wynosił 22 godz., tryptofanu 36 godz. Pozostałe aminokwasy oznaczano po hydrolizie trwającej 24 i 48 godz. Hydrolizę 24-godzinną wykorzystywano tylko do wyliczenia zawartości treoniny i seryny w tak zwanym zerowym czasie hydrolizy białek. Na podstawie składu aminokwasowego obliczono wskaźnik aminokwasu ograniczającego CS (Chemical Score) [18], który określa stosunek zawartości egzogenego aminokwasu ograniczającego w testowanym białku do zawartości tego aminokwasu w białku jaja kurzego [8] i zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych EAAI (Essential Amino Acid Index) [18].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, korzystając z pakietu Statistica v. 6.0. Obliczono wartości średnie, odchylenie standardowe, natomiast istotność różnic pomiędzy wariantami technologicznymi badano testem t-Studenta, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ [9].

Wyniki i dyskusja

Celem stosowania dodatku chlorku wapnia do mleka oraz wysokiej pasteryzacji mleka w technologii serów doświadczalnych było podwyższenie wydatku sera i jego wartości odżywczej, dzięki zachodzącej w tych warunkach interakcji białek serwatkowych z kazeiną oraz ich wspólnej koagulacji.

Tabela 1

Parametry technologiczne produkcji sera salami.
Technological parameters of the salami cheese production.

Wyszczególnienie Specification	Ser kontrolny Control cheese	Ser doświadczalny Experimental cheese
Dodatek chlorku wapnia do mleka [%] Calcium chloride addition to milk [%]	-	0,02
Temperatura i czas pasteryzacji [°C/s] Temperature and time of pasteurization [°C/s]	75/ 15	90/ 15
Temperatura zaprawiania mleka Temperature of milk renneting [°C]	32	32
Dodatek chlorku wapnia po pasteryzacji [g] Calcium chloride addition after pasteurization [g]	0,005	0,02
Dodatek zakwasu DDC-260 [g] Addition of DDC-260 starter [g]	350	350
Temperatura koagulacji mleka [°C] Temperature of milk coagulation [°C]	32	34
Dodatek podpuszczki HALA-CH. HANSEN (1: 20000/ 5000l) [cm ³] Addition of HALA-CH. HANSEN rennet (1: 20000/ 5000l) [cm ³]	250	250
Czas krzepnięcia mleka [min] Time of milk coagulation [min]	30	45
Czas krojenia skrzepu [min] Time of curd cutting [min]	10	10
Czas osuszania [min] Time of drying [min]	20	30
Temperatura dogrzewania [°C] Temperature of scalding [°C]	37	39
Czas dosuszania [min] Time of re-drying [min]	20	30
Czas prasowania [godz.] Time of pressing [h]	12	12
Czas solenia [godz.] Time of brining [h]	12	12
Czas dojrzewania [dni] Time of ripening [days]	21	21
Wydatek [kg/ 1000 l] Yield (kg/ 1000 l)	88	97

Przeprowadzone badania technologiczne wykazały, że zastosowanie dodatku chlorku wapnia do mleka surowego (0,02%) oraz jego wysoka pasteryzacja (90°C/15 s) wymusiły konieczność modyfikacji niektórych parametrów technologicznych produkcji doświadczalnego sera salami (tab. 1). Mleko poddane temu zabiegowi charakteryzowało się obniżoną podatnością na krzepnięcie pod wpływem podpuszczki. Natomiast uzyskany skrzep wykazywał tendencję do silnego wiązania serwatki, co skutkowało trudnościami z jego osuszeniem i uformowaniem sera. Aby poprawić zwięzłość skrzepu podpuszczkowego zwiększono dodatek chlorku wapnia do mleka kotłowego (od 0,005 do 0,02%) oraz podwyższono temperaturę koagulacji (od 32 do 34°C). Pomimo tych zabiegów czas koagulacji mleka poddanego obróbce wapniowo-termicznej uległ wydłużeniu od 30 do 45 min, czas osuszania skrzepu od 20 do 30 min, czas dosuszania skrzepu od 20 do 30 min. Podwyższono również temperaturę dosuszania gęstwy serowej od 37 do 39°C. Pozostałe parametry technologiczne produkcji sera salami były zgodne z instrukcją technologiczną [14]. Zmiany parametrów technologicznych sera salami miały na celu zintensyfikowanie stopnia usuwania serwatki międzyziarnowej, dzięki czemu gęstwa serowa osiągała prawidłowe cechy reologiczne umożliwiające uformowanie bloku sera. Również badania Steffl i wsp. [21] wykazały, że poprawę zwięzłości skrzepu podpuszczkowego z mleka wzbogaconego dodatkiem koncentratu białek serwatkowych można uzyskać poprzez dodatek chlorku wapnia do mleka oraz zwiększenie ilości dodawanej podpuszczki. Natomiast Guinee i wsp. [10] stwierdzili, że w procesie technologicznym serów półtwardych produkowanych z mleka poddanego wysokiej pasteryzacji (100°C/120 s) konieczne było podwyższenie temperatury koagulacji podpuszczkowej, temperatury dogrzewania gęstwy serowej oraz czasu formowania skrzepu, aby otrzymać sery o pożądanym cechach jakościowych.

W efekcie zastosowanej obróbki wapniowo-termicznej mleka uzyskano zwiększenie o około 10% wydatku sera salami (od 88 do 97 kg/ 1000 l mleka). Podobny wzrost wydatku sera feta jako efekt zastosowanej obróbki wapniowo-termicznej mleka stwierdzili Śmietana i wsp. [23]. Wydatek sera uzależniony jest istotnie od stopnia denaturacji białek serwatkowych, które mogą być wbudowane w strukturę matrycy białkowej skrzepu. Według Guinee i wsp. [10] w czasie niskiej pasteryzacji mleka stosowanej w tradycyjnej technologii serowarskiej (72°C/15 s) zaledwie 5,4% białek serwatkowych ulega denaturacji, natomiast w czasie ogrzewania mleka w temp. 100°C/100 s stopień denaturacji białek serwatkowych wynosił 65%.

Na podstawie oceny sensorycznej stwierdzono, że sery doświadczalne, w porównaniu z serami kontrolnymi, charakteryzowały się bardziej intensywnym, lekko pikantnym smakiem oraz mniej elastyczną konsystencją.

Rezultaty badań podstawowego składu chemicznego serów (tab. 2) wykazały, że sery doświadczalne charakteryzowały się istotnie większą, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, w porównaniu z serami kontrolnymi, zawartością wody (44,44% wobec

41,61% w serach kontrolnych) oraz związków mineralnych w postaci popiołu (6,21% wobec 5,38% w serach kontrolnych). Równocześnie stwierdzono, że sery doświadczalne zawierały istotnie mniej tłuszczu, w porównaniu z serami kontrolnymi, (23,8% wobec 24,65% w serach kontrolnych) i białka (25,51% wobec 28,36% w serach kontrolnych).

Tabela 2

Skład chemiczny sera salami.

Chemical composition of salami cheese.

Rodzaj próby Sample	Składniki / Components [%]			
	woda water	tłuszcz fat	białko protein	popiół ash
Ser kontrolny Control cheese	41,61 ^A ± 0,49	24,6 ^A ± 0,26	28,36 ^A ± 0,31	5,38 ^A ± 0,07
Ser doświadczalny Experimental cheese	44,44 ^B ± 0,52	23,8 ^B ± 0,22	25,51 ^B ± 0,28	6,21 ^B ± 0,08

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B – średnie oznaczone różnymi literami w tej samej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotny przy $\alpha = 0,05$ / means denoted by different letters in the same columns statistically significantly differ at $\alpha = 0.05$.

Również badania Śmietany i wsp. [23] oraz Gwinee i wsp. [10] wykazały wyższą zawartość wody w serach produkowanych z udziałem zdenaturowanych białek serwatkowych. Według Chojnowskiego [4] zdenaturowane białka serwatkowe charakteryzują się 6-krotnie wyższą wodochłonnością w porównaniu z białkami natywnymi, ze względu na większą dostępność fazy wodnej do hydrofilowych grup funkcyjnych. Stąd obecność zdenaturowanych białek serwatkowych w strukturze skrzepu podpuszczkowego jest przyczyną utrudnionego osuszania skrzepu oraz w konsekwencji wyższej zawartości wody w serze. Wyższy poziom popiołu, odzwierciedlający zawartość związków mineralnych w serach doświadczalnych, w porównaniu z serami kontrolnymi, był efektem stosowanego dodatku chlorku wapnia do mleka przed pasteryzacją oraz zwiększonego dodatku chlorku wapnia do mleka kotłowego przed procesem koagulacji.

Dalsze badania miały na celu określenie wpływu dodatku chlorku wapnia do mleka na zawartość wapnia, fosforu i magnezu w serach. Wykazano, że dodatek chlorku wapnia do mleka wpływał statystycznie istotnie (przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$) na wzrost zawartości wapnia i fosforu w serach. Zawartość wapnia w serach doświadczalnych wynosiła 931 mg/100 g, wobec 824 mg/100 g w serach kontrolnych, natomiast fosforu – 581 mg/100 g, wobec 505 mg/100 g w serach kontrolnych (tab. 3). Natomiast zawartość magnezu w serach kontrolnych i doświadczalnych była zbliżona (25–27 mg/100 g).

Tabela 3

Zawartość wybranych makroelementów w serze salami
The content of some macroelements of salami cheese

Rodzaj próby Sample	Ca [mg/ 100g]	P [mg/ 100g]	Mg [mg/ 100g]
Ser kontrolny Control cheese	824 ^A ±11	505 ^A ±9	27 ^A ±4
Ser doświadczalny Experimental cheese	931 ^B ±12	581 ^B ±9	25 ^A ±3

Objaśnienia jak w tab. 2. / Explanations as in Tab. 2.

Badania Guinee i wsp. [10] wykazały zmniejszenie zawartości zarówno wapnia, jak i fosforu w serach produkowanych z mleka poddanego wysokiej obróbce termicznej (100°C/100 s). Przy czym w doświadczeniu nie stosowano dodatku chlorku wapnia do mleka przed pasteryzacją oraz przed koagulacją enzymatyczną [10]. W czasie ogrzewania mleka następuje tworzenie się kompleksów pomiędzy β -laktoglobuliną i α -laktoalbuminą a kazeiną za pośrednictwem wiązań disiarczkowych, wodorowych oraz jonowych za pośrednictwem reszt lizyny, w których uczestniczy amorficzny fosforan wapniowy [24]. Białka serwatkowe tworzą stabilne kompleksy, głównie z frakcjami kazeiny- α_{s1} , kazeiny- β i kazeiny- κ [7]. Intensywna obróbka termiczna mleka powoduje nieodwracalną transformację amorficznego fosforanu wapniowego w formę hydroksyapatytu. Dodatek jonów wapniowych do mleka przed pasteryzacją powoduje zwiększenie powierzchni miceli kazeinowych, potęguje polimeryzację i agregację białek serwatkowych i w konsekwencji zwiększa efekt interakcji pomiędzy kazeiną a agregatami białek serwatkowych [2, 3, 6]. W czasie ogrzewania mleka zachodzi przekształcanie się rozpuszczalnego wapnia w formę koloidalną, która uczestniczy w kształtowaniu się kompleksu kazeiny z białkami serwatkowymi [15]. Poziom wapnia jonowego w mleku determinuje zawartość „koloidalnego” fosforanu wapniowego, który jest czynnikiem strukturotwórczym i wpływa na wielkość miceli kazeinowych [26]. Uważa się, że wiązania jonowe pomiędzy resztami kwasu fosforowego za pośrednictwem jonów wapniowych decydują o stabilności powstałych kompleksów pomiędzy białkami mleka [24]. Z przeprowadzonych badań wynika, że na skutek wysokiej pasteryzacji mleka wzbogaconego w jony wapniowe, może zwiększać się nie tylko zawartość wapnia, ale również i fosforu w serze. Prawdopodobnie, ze wzrostem zawartości wapnia „jonowego” w mleku wzrasta „zapotrzebowanie” na fosfor rodzimy mleka, który w formie „koloidalnego” fosforanu wapnia jest wbudowywany w strukturę skrzepu serowego.

Tabela 4

Zawartość związków azotowych w serze salami.

The content of nitrogen compounds of salami cheese.

Rodzaj próby Sample	Azot ogółem Total nitrogen [%]	Azot rozpuszczalny przy pH 4,6 [% azotu ogółem] Soluble nitrogen of pH 4,6 [% N total]	Azot niebiałkowy [% azotu ogółem] Non-protein nitrogen [% N total]
Ser kontrolny Control cheese	4,45 ^A ± 0,32	17,55 ^A ± 0,87	3,91 ^A ± 0,29
Ser doświadczalny Experimental cheese	4,00 ^B ± 0,30	23,35 ^B ± 0,79	4,61 ^B ± 0,36

Objaśnienia jak w tab. 2. / Explanations as in Tab. 2.

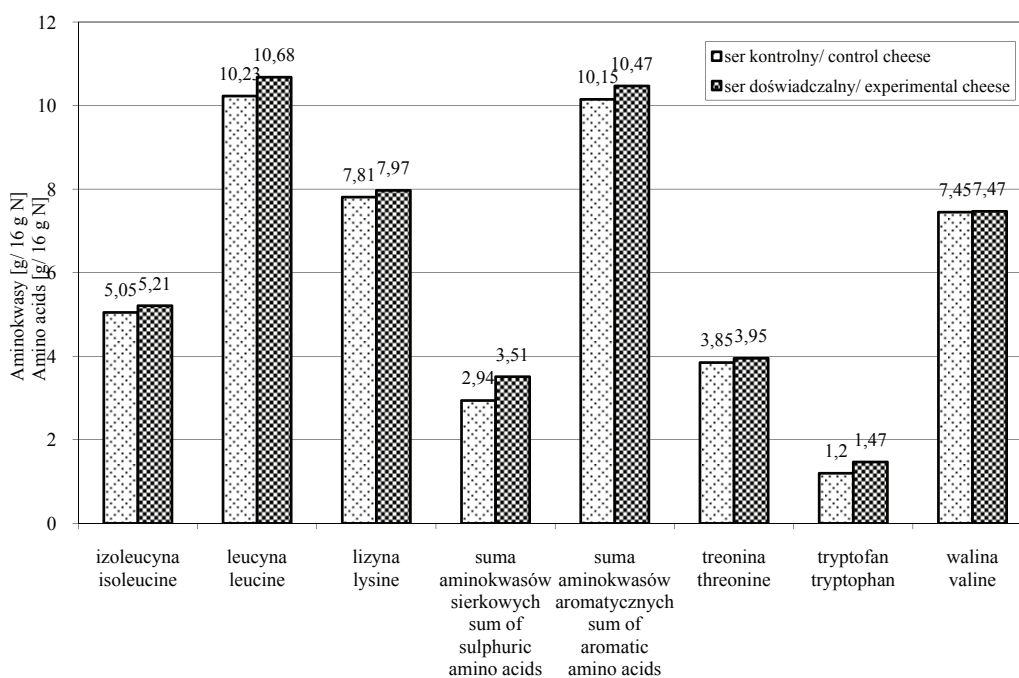
Analiza zawartości związków azotowych w serach poddanych dojrzewaniu wykazała, że sery doświadczalne charakteryzowały się statystycznie istotnie wyższą (przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$) zawartością związków azotowych rozpuszczalnych przy pH 4,6 oraz związków azotowych niebiałkowych (tab. 4). Zawartość związków azotowych rozpuszczalnych przy pH 4,6 w serach doświadczalnych, wyrażona w % związków azotowych ogółem, wynosiła średnio 23,35%, wobec 17,55% w serach kontrolnych, natomiast związków azotowych niebiałkowych 4,61%, wobec 3,91% w serach kontrolnych. Wynika stąd, że zarówno „szerokość” proteolizy białek w serach doświadczalnych mierzona poziomem związków azotowych rozpuszczalnych przy pH 4,6, jak również „głębokość” proteolizy, mierzona zawartością związków azotowych niebiałkowych, była większa niż w serach kontrolnych.

Również wcześniejsze badania Śmietany i wsp. [23] oraz Gwinee i wsp. [10] wykazały, że sery z udziałem białek serwatkowych ulegają intensywniejszym przemianom proteolitycznym w porównaniu z serami tradycyjnymi.

Celem określenia wartości odżywczej białka serów przeprowadzono analizę zawartości aminokwasów egzogennych (rys. 1). Rezultaty badań wykazały, że sery doświadczalne zawierały istotnie więcej aminokwasów: izoleucyny, lizyny, cysteiny-cystyny i tryptofanu, w porównaniu z serami kontrolnymi. Konsekwencją występowania różnic w składzie aminokwasów serów była ich różna wartość odżywcza białka, mierzona na podstawie łącznej zawartości aminokwasów egzogennych, wskaźnika aminokwasu ograniczającego (CS) i zintegrowanego wskaźnika aminokwasów egzogennych (EAAI).

Badania wykazały, że w serze doświadczalnym zawartość aminokwasów egzogennych była wyższa niż w serze kontrolnym (50,70 g/16 g N wobec 48,85 g/16 g N w serze kontrolnym) (tab. 5). Na podstawie analizy składu aminokwasów egzogennych stwierdzono, że aminokwasami ograniczającymi wartość odżywcza białka w serach

były aminokwasy siarkowe – metionina i cysteina. Wykazano, że wyliczony wskaźnik aminokwasu ograniczającego (CS) serów doświadczalnych wynosił 78,0%, natomiast serów kontrolnych – 65,33%. Również wyższą wartość (90,1%) zintegrowanego wskaźnika aminokwasów egzogennych (EAAI) stwierdzono w przypadku sera doświadczalnego w porównaniu z serem kontrolnym (83,8%).



Rys. 1. Zawartość aminokwasów egzogennych w serze salami.

Fig. 1. The content of essential amino acids in Salami cheese.

W technologii produkcji serów metodą tradycyjną do produktu przechodzi wyłącznie kazeina, charakteryzująca się najmniejszą wartością odżywczą spośród białek mleka. Aminokwasami ograniczającymi wartość odżywczą kazeiny są aminokwasy siarkowe - metionina i cysteina, w które natomiast zasobne są białka serwatkowe [22].

Według Cichona [5] sery podpuszczkowe wykazują tym większą wartość odżywczą im więcej zawierają białek serwatkowych. Badania wykazały, że sery produkowane przy zastosowaniu termiczno-wapniowej metody koagulacji wszystkich białek mleka wykazywały o 12% wyższą wartość biologiczną (BV), o 8% wyższy wskaźnik wykorzystania białka netto (NPU) oraz o 1 jednostkę wyższy wskaźnik wydajności wzrostowej (PER), w porównaniu z serami produkowanymi metodą klasyczną [5]. Wysoka wartość biologiczna (BV) białek serwatkowych jest efektem większej, w porównaniu

z kazeiną, zawartości w nich aminokwasów: cystyny, treoniny, tryptofanu i lizyny [11].

Tabela 5

Wyróżniki chemiczne wartości odżywczej sera typu Salami.
Chemical indices of the nutritional value of Salami cheese.

Wyróżnik Indices	Ser kontrolny Control cheese	Ser doświadczalny Experimental cheese
Suma aminokwasów egzogennych [g/16 g N] Sum of egzogenic amino acids [g/16 g N]	48,85	50,70
Wskaźnik aminokwasu ograniczającego (CS) Chemical score [CS]	65,33	78,00
Aminokwas ograniczający Limiting amino acid	(met.+cyst.)	(met.+cyst.)
Zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych (EAAI) Egzogenic amino acid index [EAAI]	83,8	90,1

Wnioski

1. Zastosowanie dodatku chlorku wapnia do mleka (0,02%) i podwyższenie temperatury jego pasteryzacji od 75 do 90°C/15 s pozwoliło na podniesienie o 10% wydajności sera salami.
2. Ser salami wyprodukowany z mleka wzbogaconego chlorkiem wapnia i poddanego wysokiej pasteryzacji, w porównaniu z serem otrzymanym metodą tradycyjną, charakteryzował się statystycznie istotnie wyższą (przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$) zawartością wody, związków mineralnych w postaci popiołu, wapnia i fosforu.
3. Analiza zawartości związków azotowych wykazała, że w procesie dojrzewania sera doświadczalnego zachodziły intensywniejsze przemiany proteolityczne, w porównaniu z serem kontrolnym, na co wskazywała wyższa zawartość związków azotowych rozpuszczalnych przy pH 4,6 oraz związków azotowych niebiałkowych.
4. Badania wartości odżywczej białka wykazały, że ser doświadczalny, ze względu na wyższą zawartość aminokwasów egzogennych: izoleucyny, lizyny, cysteiny–cystyny i tryptofanu, w porównaniu z serem produkowanym tradycyjnie, charakteryzował się wyższą wartością odżywcza, określoną wskaźnikiem aminokwasu ograniczającego (CS) i zintegrowanym wskaźnikiem aminokwasów egzogennych (EAAI).

Literatura

- [1] AOAC.: Official Methods of Analysis 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. 1990.
- [2] Bealieu M., Pouliot Y., Pouliot M.: Composition and microstructure of casein: whey protein aggregates formed by heating model solutions at 95°C. *Int. Dairy J.*, 1999, **9**, 393-394.
- [3] Britten M., Giroux H.: Acid-induced gelation of whey protein polymers: effect of pH and calcium concentration during polymerization. *Food Hydrocolloids*, 2001, **15**, 609-617.
- [4] Chojnowski W.: Wpływ wybranych parametrów technologicznych na zmiany w strukturze, właściwościach fizykochemicznych oraz wartości biologicznej białek serwatkowych. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olszt., Technologia Alimentorum*, 1985, **21**, 1- 40.
- [5] Cichon R.: Wpływ obróbki wapniowo-termicznej mleka na zmiany w składzie aminokwasowym i wartości odżywczej białka twarogów i serów. *Zesz. Nauk. ART. Olszt., Technol. Żywn.*, 1979, **14**, 73-121.
- [6] Correding M., Dalgleish D.: The mechanism of the heat-induced interaction of whey proteins with casein micelles in milk. *Int. Dairy J.*, 1999, **9**, 233-236.
- [7] Dalgleish D., Goff D., Luan B.: Exchange reactions between whey proteins and caseins in heated soya oil-in-water emulsion system – behavior of individual proteins. *Food Hydrocolloids*, 2002, **16**, 295-302.
- [8] Gawęcki J.: Białka w żywności i żywieniu. Fundacja Promocji Dobrego Żywienia, Warszawa 1998.
- [9] Gawęcki J., W. Wagner: Podstawy metodologii badań doświadczalnych w nauce o żywności. PWN, Warszawa 1985.
- [10] Guinee, T.P., Pudja P.D., Reville W. J., Harrington D., Mulholland E. O., Cotter M., Cogan T. M.: Composition, microstructure and maturation of semi-hard cheeses from high protein ultrafiltered milk retentates with different levels of denatured whey protein. *Int. Dairy J.*, 1995, **5**, 543-568.
- [11] Hambraeus L.: Importance of milk proteins in human nutrition: physiological aspects. In: *Milk proteins 84*. (Ed. Galesloot T.E., Tinbergen B.J.), Pudoc Wageningen, 1985, pp. 63-79.
- [12] Hinrichs J.: Incorporation of whey proteins in cheese. *Int. Dairy J.*, 2001, **11**, 495-503.
- [13] Hirs C.H.W., Stein H.W., Moore S.: The amino acid composition of ribonuclease, *J Biol. Chem.*, 1954, **211**, 911-950.
- [14] Instrukcja technologiczna, Nr 211/74. Ser salami. Centralny Związek Spółdzielni Mleczarskich
- [15] Oldfield D., Singh H., Taylor M.: Pearce K.: Heat-induced interactions of β -lactoglobulin and α -lactoalbumin with the casein micelle in pH-adjusted skim milk. *Int. Dairy J.*, 2000, **10**, 509-518.
- [16] Pijanowski E.: *Zarys chemii i technologii mleczarswa. T. III*, PWR i L. Warszawa 1984.
- [17] PN-68-A-86230. Mleko i przetwory mleczarskie. Sery podpuszczkowe dojrzewające.
- [18] Rutkowska U.: Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa 1986.
- [19] Schlober R., Niclaus W., Christ W.: Anwendung der "Finger-Abdruck-Methode" auf die Kennzeichnung von Käsesorten durch ihre proteolytischen Inhaltsstoffe. *Milchwissenschaft*, 1961, **16**, 140-148.
- [20] Singh H., Waungana A.: Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. *Int. Dairy J.*, 2001, **11**, 543-551.
- [21] Steffl A., Schreiber R., Hafenmair M., Kessler H. G.: Influence of whey protein aggregates on the renneting properties of milk. *Int. Dairy J.*, 1999, **9**, 403-404.
- [22] Szpendowski J., Kłobukowski J., Bohdziewicz K., Kujawski M.: Characteristic of the chemical compositions and the nutritive value of protein in selected curd cheeses. *Pol. J. Natural Sci.*, 2004, **2**, 143-150.


- [23] Śmietana Z., Żuraw J, Kaoka E, Poznański S.: Technologia oraz charakterystyka sera feta otrzymanego ze wszystkich białek mleka. Zeszyty Nauk. AR-T w Olsztynie, 1983, **18**, 55-65.
- [24] Visser J., Minihan A., Smith P., Tjan S.B., Heertje I.: Effects of pH and temperature on the milk salt system. *Neth. Milk Dairy J.*, 1986, **40**, 351-368.
- [25] Whiteside P.J.: *Atomic Absorption – Data Book*. Cambridge 1976.
- [26] Żuraw J., Śmietana Z., Szpendowski J., Chojnowski W.: Influence de l'addition de sels de calcium et du chauffage sur les diverses formes de calcium dans le lait. *Le Lait*, 1986, **4**, 421-429.

THE EFFECT OF CALCIUM CHLORIDE ADDITION AND HEATING THE MILK ON THE CHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIVE VALUE OF SALAMI CHEESE

Summary

A study was undertaken to determine the effect of milk supplementation with calcium chloride and heating the milk on the course of technological process of the Salami cheese production, as well as on its chemical composition and the nutritive value of its protein.

The investigations found that the addition of calcium chloride to milk (0.02%) and the increase in the temperature of its pasteurization from 75°C to 90°C/15 made it possible to increase the yield of Salami cheese by 10%. The Salami cheese produced from milk enriched with calcium chloride and high-pasteurized, as compared to a cheese obtained with a traditional method, was characterized by a statistically significantly higher (at a significance level of $\alpha = 0.05$) content of water, ash, calcium, and phosphorus. The analysis of the contents of nitrogen compounds showed that during the ripening process of experimental cheese, the proteolytic changes proceeded more intensively than in the control cheese, which was proved by a higher content of nitrogenous compounds soluble at pH 4.6 and of non-protein nitrogenous compounds. The analyses of nutritive value of the protein demonstrated that the experimental cheese, owing to the higher content of exogenic amino acids: isoleucine, lysine, cystein-cystine and tryptophan, was characterized by a higher nutritive value determined by means of Chemical Score (CS) and Exogenic Amino Acids index (EAAI), in comparison with the cheese produced using a traditional method.

Key words: Salami cheese, chemical composition, amino acids, nutritive value of protein 

PIOTR POKRZYWA, EWA CIEŚLIK

OCENA SPOSOBU ŻYWIENIA PACJENTÓW W SZPITALACH WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO

Streszczenie

Dwukrotnie, w sezonie wiosennym i jesiennym 2003 roku, przeprowadzono ocenę sposobu żywienia pacjentów w 7 szpitalach zlokalizowanych w województwie małopolskim. Łącznie, badaniami objęto 14 908 osób hospitalizowanych, którzy spożywali dietę podstawową. Stwierdzono, że przeciętna dzienna dieta badanej populacji odbiegała od zalecanych norm pod względem spożycia niektórych grup produktów spożywczych i składników odżywczych. Zawartości witamin (E, B₁, B₂), jak i składników mineralnych (Fe, Ca, Mg), w badanych dietach były mniejsze od zalecanych, przy równoczesnym wysokim nadmiarze sodu. Dokonane obserwacje potwierdzają konieczność ciągłego i szerokiego upowszechniania wiedzy na temat zasad racjonalnego żywienia, także wśród dietetyków.

Słowa kluczowe: sposób żywienia, szpitale, składniki odżywcze

Wstęp

Żywienie człowieka jest jednym z podstawowych warunków jego rozwoju i sprawności fizycznej. Racjonalne – uregulowane, urozmaicone i umiarkowane – żywienie, pokrywające indywidualne zapotrzebowanie na energię i składniki odżywcze jest warunkiem zachowania dobrego zdrowia człowieka [4]. Wadliwe odżywianie (jakościowe lub ilościowe) stanowi czynnik złożonej etiologii niektórych schorzeń cywilizacyjnych np. chorób układu krążenia, czy niektórych nowotworów.

Przestrzeganie zasad prawidłowego żywienia pozwala na zachowanie korzystnego stanu zdrowia i powinno być traktowane szczególnie podczas pobytu w szpitalu jako integralna część procesu terapeutycznego, współdecydującego o efektywności leczenia i szybkości powrotu do zdrowia. Niedożywienie pacjentów i pogłębienie się

Mgr inż. P. Pokrzywa, Oddział Higieny Żywności, Żywienia i Przedmiotów Użytku, Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Krakowie, ul. Prądnicka 76, 31-202 Kraków, prof. dr hab. inż. E. Cieślak, Małopolskie Centrum Monitoringu i Atestacji Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

tego procesu podczas hospitalizacji negatywnie wpływa na przebieg procesu leczenia i rekonwalescencji, powodując wydłużenie procesu powracania do zdrowia [2].

Pomimo większej aktualnie dostępności i różnorodności produktów spożywczych, zapewnienie pacjentom przebywającym w szpitalach racjonalnego żywienia stanowi poważny problem ze względu na malejące możliwości finansowe tych placówek.

Celem przeprowadzonych badań była ocena żywienia pacjentów w szpitalach na terenie województwa małopolskiego pod względem przestrzegania zasad prawidłowego żywienia w warunkach niedostatecznego dofinansowania tych placówek.

Material i metody badań

Badania zostały przeprowadzone w 7 szpitalach, w których dokonano dwukrotnej oceny sposobu żywienia pacjentów, zarówno w okresie wiosennym, jak i jesiennym 2003 roku. Łącznie badaniami objęto 14 908 osób hospitalizowanych w wybranych szpitalach Małopolski, którzy spożywali dietę podstawową. W 5 placówkach objętych badaniami żywienie prowadzone było przez firmy z zewnątrz, które przygotowywały posiłki w pomieszczeniach tych szpitali. Dwie pozostałe kuchnie były prowadzone przez dział żywienia szpitali.

Z zakładów żywienia pobierano w ciągu 10 kolejnych dni kopie raportów magazynowych obejmujące jadalospisy i rozchód produktów spożywczych, które dotyczyły pacjentów spożywających dietę podstawową.

Na podstawie raportów magazynowych obliczano rozchód produktów w 12 grupach w przeliczeniu na 1 osobę/dzień. Korzystając z tabel składu i wartości odżywczej produktów spożywczych i potraw [5] oraz z programu WIKT wersja 1.0 dokonywano obliczeń wartości energetycznej i zawartości poszczególnych składników pokarmowych. Uzyskane wyniki porównywano z najnowszymi zaleceniami dotyczącymi żywienia szpitalnego [10, 11]. Zapotrzebowanie na energię i poszczególne składniki odżywcze ustalano znając liczbę, wiek oraz płeć osób spożywających dietę podstawową oraz przy założeniu małej aktywności fizycznej. Nie dysponując masą ciała osób objętych badaniem, ustalając normy na energię na poziomie średniego zapotrzebowania, przyjęto średnie wartości masy ciała. Wszystkie wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji; istotność różnic oceniano przy użyciu testu Duncana na poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono spożycie 12 grup produktów spożywczych w średniej całodziennej podstawowej diecie szpitalnej w przebadanych placówkach oraz procent realizacji normy.

Tabela 1

Zawartość 12 produktów w przeciętnej, podstawowej diecie pacjentów przebywających w szpitalach.
The content of 12 products in an average basic diet of patients in hospitals.

Grupa produktów Group of products	Jednostka Unit	Zawartość w produktach Content in products	Zawartość w zalecanej normie Content as recommended by the norm	Realizacja normy Norm realization [%]	Odchylenie standardowe Standard Deviation
Mleko i produkty mleczne Milk and milk products	[g]	827,8 ^a	691,9 ^a	122,5	31,2
W tym mleko Milk	[g]	477,1 ^a	396,5 ^a	123,2	41,3
Jaja Eggs	[g]	28,3 ^a	18,9 ^b	151,7	53,9
Mięso, wędliny, ryby Meat, charcuterie, fish	[g]	175,9 ^a	138,5 ^b	126,3	40,3
Inne tłuszcze Other fats	[g]	17,5 ^a	27,8 ^b	63,1	22,5
Produkty zbożowe Cereal products	[g]	255,3 ^a	365,1 ^b	69,6	8,7
Warzywa i owoce z wita- miną C Vegetables and fruits with vitamin C	[g]	112,4 ^a	191,5 ^b	58,0	13,4
Warzywa i owoce z karo- tenem Vegetables and fruits with carotene	[g]	129,0 ^a	128,1 ^a	100,4	39,3
Inne warzywa i owoce Other vegetables and fruits	[g]	255,8 ^a	280,6 ^a	91,4	23,5
Ziemniaki Potatoes	[g]	320,5 ^a	408,7 ^b	79,8	21,6
Cukier, słodycze i używki Sugar, sweets and stimu- lants	[g]	56,1 ^a	57,5 ^a	97,1	17,5
Strączkowe suche Legumes	[g]	1,5 ^a	8,4 ^b	17,6	29,4
Masło i śmietana Butter and cream	[g]	34,2 ^a	25,5 ^b	134,7	15,6

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b – różne litery w wierszu oznaczają statystycznie istotną różnicę pomiędzy wartościami średnimi przy $p < 0,05$;

a, b – various letters in a row denote a statistically significant difference between mean values at $p < 0.05$.

Stwierdzono, że tylko w nielicznych przypadkach odstępstwa od zaleceń nie przekraczały przyjętej tolerancji w zakresie 10%. Prawidłowa była realizacja zaleceń na warzywa i owoce obfitujące w karoteny, natomiast wykazano statystycznie istotne przekroczenie zaleceń na masło i śmietanę (134,7%), a także mięso, wędliny i ryby (126,3%). Spowodowało to nie tylko całkowite pokrycie zapotrzebowania na witaminę A, ale jego niebezpieczne przekroczenie. Znaczne przekroczenie zaleceń witaminy A stwierdzono również w placówkach służby zdrowia znajdujących się w innych rejonach naszego kraju [6]. Realizowano także zalecenia w zakresie podaży grupy produktów - cukier, słodycze i używki. Stwierdzono statystycznie istotne niedobory podaży ziemniaków i warzyw obfitujących w witaminę C (58,0%). Analiza statystyczna wykazała, że wszyscy pacjenci otrzymywali zbyt małe ilości produktów należących do grupy inne tłuszcze (63,1%). Niedostateczne było również spożycie produktów zbożowych (69,6%) i suchych nasion roślin strączkowych (17,6%). We wszystkich przypadkach zaobserwowano natomiast zbyt wysokie spożycie jaj (151,7%). Analiza statystyczna potwierdziła istotność tych różnic.

Niewłaściwe spożycie grup produktów spożywczych spowodowało nieprawidłowości w realizacji zaleceń na niektóre składniki (tab. 2). Całodzienna dieta szpitalna pokrywała zapotrzebowanie na energię na poziomie 101,6%, natomiast zawartość węglowodanów była mniejsza od zalecanej (78,6%), a tłuszczów większa, kształtująca się na poziomie 111,1% normy. Zawartość białka ogółem stanowiła 95,6% zaleceń, w tym białka zwierzęcego aż 165,6%, co stanowi dużą nieprawidłowość wynikającą z przekroczenia zaleceń na jaja o 51,7%, a grupy produktów mięso, wędliny i ryby o 26,3%.

Procentowy udział energii pochodzącej z tych składników był w badanych dietach raczej zgodny z wartościami zalecanymi, przy niewielkim przekroczeniu udziału białka i tłuszczów, głównie kosztem węglowodanów (tab. 3). Struktura pochodzenia energii z białka, tłuszczu i węglowodanów wynosiła odpowiednio 14,1, 32,6 i 53,3%.

Spożycie warzyw i owoców, łącznie z ziemniakami, oszacowano na poziomie 347,2 g na osobę dziennie. Zbyt małe ilości warzyw i owoców nie zapewniły pokrycia zapotrzebowania na niektóre składniki mineralne i witaminy. Stwierdzono niepokojąco wysokie niedobory żelaza. Zawartość tego pierwiastka w diecie podstawowej stanowiła tylko 67,4% zalecanej ilości i była o 30% za niska. Stwierdzono również niskie spożycie wapnia (79,8%), przy dużej podaży mleka i produktów mlecznych, kształtujących się na poziomie 122,5% normy. Obliczony wynik odchylenia standardowego (31,1) może świadczyć o dużej rozbieżności pomiędzy poszczególnymi placówkami.

We wszystkich przebadanych placówkach stwierdzono niedostateczną zawartość witamin B₁ i B₂ w posiłkach. Wiązało się to bezpośrednio z niskim spożyciem produktów zbożowych, warzyw i owoców, będących źródłem tych składników. W przypadku innych witamin pokrycie zapotrzebowania było o wiele wyższe, zwłaszcza na witaminy rozpuszczalne w tłuszczach.

T a b e l a 2

Energia i zawartość składników odżywczych w przeciętnej, podstawowej diecie pacjentów przebywających w szpitalach.

Energy and content of nutrient ingredients in an average diet of patients in hospitals.

Składnik Ingredient	Jednostka Unit	Zawartość w produktach Content in products	Zawartość w zalecanej normie Content as recommended by the norm	Realizacja normy Norm realization [%]	Odchylenie standardowe Standard Deviation
Energia Energy	[kcal]	2213,5 ^a	2172,9 ^a	101,6	9,5
Węglowodany przyswajalne Assimilable Carbohydrates	[g]	291,9 ^a	371,2 ^b	78,6	8,9
Tłuszcz Fat	[g]	80,2 ^a	72,6 ^b	111,1	18,3
Białko ogółem Total Protein	[g]	78,5 ^a	81,8 ^a	95,6	12,9
Including Animal Protein	[g]	48,9 ^a	30,6 ^b	165,6	39,6
Witamina A Vitamin A	[µg]	1546,1 ^a	866,5 ^b	178,4	78,4
Witamina E Vitamin E	[mg]	8,8 ^a	9,7 ^a	90,0	16,2
Witamina C Vitamin C	[mg]	114,9 ^a	68,9 ^b	166,4	33,9
Witamina B ₁ Vitamin B ₁	[mg]	1,3 ^a	1,7 ^b	77,9	7,9
Witamina B ₂ Vitamin B ₂	[mg]	1,9 ^a	1,9 ^a	95,5	20,1
Wapń Calcium	[mg]	822,6 ^a	1027,6 ^b	79,8	16,8
Żelazo Iron	[mg]	11,0 ^a	16,3 ^b	67,4	10,6
Fosfor Phosphorus	[mg]	1346,8 ^a	788,0 ^b	171,1	25,1
Magnez Magnesium	[mg]	281,4 ^a	326,1 ^b	86,1	14,1
Sód Sodium	[mg]	2002,8 ^a	593,6 ^b	338,4	61,4
Potas Potassium	[mg]	3345,1 ^a	3273,9 ^a	103,4	20,0

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

Tabela 3

Procentowy udział kalorii z białek, tłuszczów i węglowodanów w wartości energetycznej średniej, podstawowej diety.

Percent rate of calories (energy) from proteins, fats, and carbohydrates in an average basic diet.

Grupa składników Group of ingredients	Zalecany udział procentowy Recommended percent rate	Procent energii Percent rate of energy
Białka Proteins	12,0 ^a	14,1 ^b
Tłuszcze Fats	30,7 ^a	32,6 ^b
Węglowodany Carbohydrates	57,3 ^a	53,3 ^b

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

Przeprowadzona analiza sposobu żywienia pacjentów badanych placówek służby zdrowia wykazała nieprawidłowości, spośród których najistotniejsza była niedostateczna podaż warzyw i owoców, zwłaszcza bogatych w witaminę C (tylko 58,0% rekomendowanej ilości). Jak wiadomo, te grupy produktów są także niezastąpionym źródłem innych witamin, błonnika oraz wielu cennych składników mineralnych, odgrywających ważną rolę w utrzymaniu równowagi kwasowo-zasadowej w organizmie. Brak dostatecznej podaży warzyw i owoców w analizowanych dietach był tym bardziej niewytłumaczalny, że wystąpił w okresie letnim i jesiennym, szczególnie obfitującym w te produkty i kiedy ich cena jest stosunkowo niska. Należy zatem przypuszczać, że niedobór tych produktów nie wiązał się z możliwościami zaopatrzeniowymi ani ekonomicznymi placówek. Konsekwencją niedoboru warzyw i owoców było niewystarczające pokrycie normy na witaminy, co jest częstym błędem żywieniowym w naszym kraju. Z badań przeprowadzonych przez Szczecińską i wsp. [9] oraz Pysza i wsp. [6] wynikało, że spożycie witamin przez pacjentów innych placówek służby zdrowia jest niezadowolające. Podobnie badania Figurskiej-Ciury i wsp. [3] wykazały zbyt małe zawartości witamin, zwłaszcza C w dietach szpitalnych.

Niepokojący był również brak pokrycia zapotrzebowania na wapń, żelazo i magnez. Również inni autorzy obserwowali taką nieprawidłowość [3, 8]. Z badań Figurskiej-Ciury i wsp. [3] wynikało, że w dietach badanych pacjentów zawartość wapnia, miedzi i cynku była mniejsza od zalecanej normy. Wszyscy autorzy uznawali, że przyczyną tych niedoborów było małe i nieregularne spożycie mleka i jego przetworów oraz warzyw i owoców przez badane grupy ludności. Zachodzi obawa, że tak odżywiane organizmy w czasie leczenia i zdrowienia mogą być zagrożone pogorszeniem stanu zdrowia. Badania dotyczące zawartości witamin i składników mineralnych w racjach osób starszych wykazały niskie poziomy tych składników odżywczych oraz ścisłą zależność pomiędzy ich zawartością w diecie a przeżywalnością badanych osób

[7]. Dane literaturowe dostarczają także danych świadczących o całkowitym zaspokojeniu zapotrzebowania na wapń przez racje pokarmowe pensjonariuszy domu emeryta [1]. Należy jednak pamiętać, że wraz z wiekiem obniżeniu ulega wchłanianie tego pierwiastka z przewodu pokarmowego, a niewystarczające spożycie prowadzi do niedoborów wapnia w organizmie. Przy mniejszym spożyciu tego pierwiastka dochodzi do uwalniania go z kości, co z kolei prowadzi do występowania osteopenii czy osteoporozy.

Wydaje się, że sytuacja w zakresie prawidłowego żywienia pacjentów szpitali mogłaby ulec zmianie, gdyby produkty z grupy jaja oraz masło i śmietana, które występowały w analizowanych racjach w nadmiarze, zastąpiono częściowo produktami zbożowymi, warzywami i owocami obfitującymi w witaminę C. Poprawiłoby to spożycie w tych grupach, uzupełniło braki składników i było korzystniejsze także ze względów ekonomicznych.

Zaobserwowane w przeprowadzonych badaniach zbyt wysokie spożycie fosforu i sodu należy także do często spotykanych błędów żywieniowych. Zawartość fosforu w diecie szpitalnej była około dwukrotnie wyższa od zawartości wapnia. Podobne przekroczenie normy na sód i fosfor stwierdzili inni autorzy [3, 8].

Wykazane niedobory składników odżywczych w badanej diecie podstawowej mogą niekorzystnie wpływać na skuteczność leczenia i czas rekonwalescencji pacjentów.

Wnioski

1. Żywienie pacjentów w badanych szpitalach w okresie prowadzonych badań nie było zgodne z zaleceniami żywieniowymi pod względem niektórych produktów spożywczych i w konsekwencji z normami na niektóre składniki odżywcze.
2. Zarówno zawartości witamin (E, B₁, B₂), jak i składników mineralnych (Fe, Ca, Mg) w badanych dietach były mniejsze od zalecanych. Stwierdzono równocześnie wysoki nadmiar sodu.
3. Istnieją realne możliwości modyfikacji diety podstawowej, nawet w granicach tych samych środków finansowych, poprzez wzrost podaży produktów podawanych w ilościach niewystarczających kosztem niektórych serwowanych w nadmiarze.
4. W konfrontacji z wynikami przedstawionymi w literaturze uzyskane dane wskazują, że w żywieniu szpitalnym powtarzane są od lat te same błędy, niezależnie od warunków zaopatrzenia i kosztów.
5. Dokonane obserwacje potwierdzają konieczność ciągłego i szerokiego upowszechniania wiedzy na temat zasad racjonalnego żywienia, także wśród dietetyków szpitalnych.

Literatura

- [1] Bertrand J., Kłos A., Stężyca E.: Zawartość wapnia w całodziennej racji pokarmowej a stan mineralny kości pensjonariuszy domu emeryta wojskowego. *Mat. VII Krajowych Warsztatów Żywniowych*, Rogów, 2006, s. 48.
- [2] Dzieniszewski J., Szponar L.: *Podstawy naukowe żywienia w szpitalach*. IŻŻ, Warszawa 2001.
- [3] Figurska-Ciura D., Brzezińska A., Żechałko-Czajkowska A.: Ocena wartości odżywczej diet szpitalnych. *Mat. VI Krajowych Warsztatów Żywniowych*, Kraków, 2004, s. 45-46.
- [4] Gawęcki J., Hryniewiecki L.: *Żywnie człowieka, podstawy nauki o żywieniu*. PWN, Warszawa 1998.
- [5] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: *Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych*. Prace IŻŻ, Warszawa 1998.
- [6] Pysz M., Pisulewski P.M., Tokarska A.: Ocena sposobu żywienia pacjentów w Świętokrzyskim Centrum Onkologii. *Mat. VI Krajowych Warsztatów Żywniowych*, Kraków, 2004, s. 46-47.
- [7] Słowińska M.A., Wądołowska L.: Spożycie witamin i składników mineralnych a wartość energetyczna całodziennych racji pokarmowych w aspekcie przeżywalności osób starszych z rejonu Olsztyna. *Mat. VII Krajowych Warsztatów Żywniowych*, Rogów, 2006, s. 30.
- [8] Suliborska J., Duda G.: Ocena spożycia składników mineralnych przez osoby z nadciśnieniem tętniczym. *Mat. VII Krajowych Warsztatów Żywniowych*, Rogów, 2006, s. 34.
- [9] Szczecińska A., Jeruszka M., Kozłowska K., Brzozowska A., Roszkowski W.: Ocena wyżywienia w domach pomocy społecznej w Warszawie na podstawie opinii pensjonariuszy. *Roczn. PZH*, 2004, **1 (55)**, 63-73.
- [10] Ziemiański Ś. (red.): *Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy*. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2001.
- [11] Ziemiański Ś., Bułhak-Jachymczyk B., Budzyńska-Topolowska J., Panczenko-Kresowska B., Watanowicz M.: Normy żywienia dla ludności w Polsce (energia, białko, tłuszcz, witaminy i składniki mineralne). *Nowa Medycyna* 1998, **5**, 1-27.

EVALUATION OF THE NUTRITION PRACTICES FOR PATIENTS IN THE HOSPITALS LOCATED IN THE MALOPOLSKA PROVINCE

Summary

The investigations were carried out twice during the year of 2003: once in the spring and once in the autumn season, both times in the seven different hospitals located in the Malopolska Province. The investigations included the total of 14 908 patients hospitalized and fed on a basic diet. It was found that the average daily diet of the population examined differed from the recommended standards in the consumption of some groups of food products and in nutrient ingredients. The contents of vitamins (E, B₁, B₂), as well as of mineral ingredients (Fe, Ca, Mg) were lower in those diets than the recommended levels, and, at the same time, the level of sodium was high. The results obtained confirm that it is necessary to continuously and strongly promote knowledge of rational nutrition principles among people including dietitians.

Key words: nutrition practices, hospitals, nutrient ingredients ☒

WIESŁAW ŁUKASIŃSKI

ZARZĄDZANIE JAKOŚCIĄ PRODUKTU EKOLOGICZNEGO

Streszczenie

Celem publikacji jest przedstawienie problematyki produktu ekologicznego, zaprezentowanie zmian w jego postrzeganiu oraz ukazanie znaczenia i możliwości rozwoju rynku tego typu produktów w Polsce po przystąpieniu do UE. Publikację przygotowano na podstawie analizy takich problemów, jak: zarządzanie jakością produktu, zdefiniowanie pojęcia produkt ekologiczny i przedstawienie uregulowań prawnych w tym zakresie, scharakteryzowanie rynku produktów ekologicznych oraz ukazanie znaczenia marki w rozwoju rynku produktów ekologicznych, jako szansy polskiego rolnictwa.

Słowa kluczowe: produkt ekologiczny, jakość, naturalność, marka, rynek

Wprowadzenie

Jednym z priorytetów UE stała się produkcja żywności ekologicznej, uważanej za żywność wysokiej jakości, ze względu na pochodzenie surowców z gospodarstw ekologicznych, w których stosowane są ściśle określone metody produkcji, a teren ich położenia cechuje: czysta gleba, powietrze i woda, brak zanieczyszczenia wpływem przemysłu czy infrastruktury komunalnej. Gwarancją optymalnej jakości żywności ekologicznej jest objęcie jej produkcji i procesem kontroli przez niezależne organizacje certyfikujące. W UE obowiązuje specjalny system ochrony i promocji żywności ekologicznej, co realizowane jest poprzez wyróżnianie znakami potwierdzającymi jakość wyrobów rolno-spożywczych, spełniających określone kryteria. Realizowana polityka jakości zapewnia bezpieczeństwo konsumentom, gwarantuje, że otrzymają żywność wysokiej jakości, wyprodukowaną odpowiednią metodą. Producent ma obowiązek dostarczyć konsumentowi wyczerpujących informacji na temat jakości i pochodzenia produktu, co zwiększa konkurencyjność żywności ekologicznej. Wzrost zainteresowania producentów sprzedażą produktów ekologicznych sprawia, że rośnie znaczenie ich

promocji, zwłaszcza w początkowym etapie wprowadzania produktu na rynek. Doświadczenia w tym zakresie wskazują, że konieczna staje się koncentracja przekazu marketingowego na ścisłym połączeniu produktu z jego ekologicznym pochodzeniem.

Potencjał zarządzania jakością w kreowaniu jakości produktu ekologicznego

W dobie gospodarki rynkowej jakość stała się jedną z podstawowych kategorii decydujących o stopniu konkurencyjności produktu. Koniecznością staje się efektywne dostosowanie organizacji do warunków gospodarki rynkowej, co sprzyja możliwie najlepszej koordynacji podejmowanych działań, racjonalnemu wykorzystaniu zasobów pracy, materiałów i środków finansowych oraz zapewnieniu równowagi i opłacalności produkcji. Zarządzanie jakością produktu ekologicznego, poza jakością produktu, nakazuje zwrócić uwagę również na jakość pracy oraz jakość oddziaływania organizacji na otoczenie. W produkcji żywności ekologicznej ocenie i kontroli podlegają wszystkie procesy związane z jej wytworzeniem - „od pola do stołu”. Brak możliwości przeprowadzenia jednoznacznej oceny końcowej produktu żywnościowego za pomocą analiz chemicznych sprawia, że podawana jest informacja o naturalnych i kontrolowanych procesach wytwarzania tej żywności. W rolnictwie ekologicznym wykorzystuje się naturalność procesów zachodzących w obrębie gospodarstwa. Stosuje się naturalne nawożenie roślin oraz pasze własne w chowie zwierząt. Produkcja odbywa się z uwzględnieniem zasad ochrony środowiska, a zastosowane technologie muszą być przyjazne środowisku. Rolnictwo ekologiczne może mieć miejsce jedynie w środowisku dotychczas nieskażonym, w którym są zachowane wszystkie obowiązujące normy zawartości substancji szkodliwych dla zdrowia [9]. Wydaje się, że systematyczne doskonalenie w tak szerokim zakresie powinno zapewnić żywności ekologicznej szanse na trwałe wypracowanie konkurencyjności na rynku żywności. Normy ISO serii 9000:2000 definiują wyrób, jako wynik procesu, przy czym proces określany jest jako zbiór działań wzajemnie powiązanych lub wzajemnie oddziałujących, które przekształcają wejścia w wyjścia [5]. Jakość produktu postrzegana jest jako zgodność ze specyfikacją. W takim rozumieniu jej miarą jest przede wszystkim dokładność wykonania, mieszcząca się w ramach założonej tolerancji, mająca na celu zaspokojenie oczekiwanych wymagań klientów z uwzględnieniem założeń zachowujących ekologiczność produktu. Przepisy UE warunkujące produktowi status ekologicznego wymuszają na producentach zachowanie ściśle określonych jego właściwości. W osiągnięciu optymalnej jakości produktu skutecznie może pomóc zarządzanie tą jakością. Konieczne staje się systematyczne doskonalenie skoordynowania działań ukierunkowanych na spełnienie wymagań dotyczących jakości produktu, co pomoże zapewnić systematyczny wzrost zaufania klienta do produktu. Zarządzanie jakością produktu ma za zadanie zagwarantować ekologiczną jakość składu i metod wytwarzania, co pozwala na jego sprzedaż jako produktu ekologicznego. Unijne prawo skutecznie ochrania produkt

ekologiczny przed nieuczciwym przywłaszczeniem nazwy, ponieważ jego produkcja musi być objęta programem kontroli upoważnionej jednostki certyfikującej, zatem nie tylko producenci produktów ekologicznych zobowiązani są do bieżącej ich kontroli, której celem jest zagwarantowanie, że stosowana metoda wytwarzania jest zgodna z deklarowaną. Podstawowym celem wymaganych zabezpieczeń prawno-systemowych kontroli i certyfikacji jest udowodnienie ekologicznej jakości produktu. Posiadane oznaczenie ma stanowić rękojmię jakości dla konsumenta i świadczyć, że zakupiony produkt jest autentyczny. Umożliwia to potencjalnemu nabywcy podjęcie świadomej decyzji, a cena przestaje być najważniejszym argumentem przemawiającym na rzecz danego wyrobu.

Produkt ekologiczny - pojęcie i uregulowania prawne

Produkt ekologiczny to wynik rolnictwa ekologicznego, zrównoważonego pod względem ekologicznym, ekonomicznym i społecznym systemu produkcji rolnej bazującego na procesach zachodzących w przyrodzie, z zachowaniem naturalnych cech środowiska, w którym powstał. Do jego powstania wykorzystywane są naturalne metody i środki produkcji. Koncepcja tego typu rolnictwa pojawiła się w związku z zagrożeniem środowiska naturalnego nadmierną chemizacją gleby, co przyczynia się do utraty jej żyzności oraz wzrostu zachorowalności zwierząt hodowlanych. Stosowanie środków naturalnych, nieprzetworzonych technologicznie umożliwia zapewnienie trwałej żyzności gleby, zdrowotności zwierząt i optymalnej jakości biologicznej produktów rolnych. W celu uznania produktu za ekologiczny konieczne jest spełnienie określonych wymagań produkcyjnych i jakościowych, co potwierdzone jest procesem certyfikacji i kontroli. Wykluczenie w procesie produkcji żywności ekologicznej środków chemicznych, sprostanie kryteriom produkcji ekologicznej staje się elementem wyróżniającym ten typ rolnictwa. Za produkt ekologiczny uznaje się produkt wytworzony zgodnie z zasadami rozporządzenia Rady EWG 2092/91 [6], natomiast za przetworzony produkt ekologiczny uznaje się wieloskładnikowy produkt ekologiczny, który zawiera co najmniej 95% składników pochodzenia rolniczego, wytworzonego zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego, a pozostałe 5% składników może pochodzić z produktów wymienionych na liście załącznika VI, rozdział C. Producent zobowiązany jest do udokumentowania wszystkich etapów produkcji, co musi zostać potwierdzone stosownym certyfikatem przez jednostkę kontrolną. Zgodnie z artykułem 1.1. rozporządzenia 2092/91 za produkt ekologiczny uważa się: „nieprzetworzone produkty roślinne, również zwierzęta i nieprzetworzone produkty zwierzęce...”, „przetworzone produkty roślinne i zwierzęce przeznaczone do spożycia dla ludzi...”, czy „pasze, mieszanki paszowe i surowce do pasz...” [6, 9].

W UE podstawowym aktem prawnym regulującym funkcjonowanie rolnictwa ekologicznego i rynek produktów ekologicznych jest wielokrotnie już nowelizowane

i uzupełniane Rozporządzenie Rady EWG 2092/91 z dnia 24 czerwca 1991 roku, które precyzuje kryteria określające wprowadzanie do obrotu i sposób oznakowania produktów ekologicznych, które zostało zaktualizowane rozporządzeniem Rady (WE) 1991/2006 z dnia 21 grudnia 2006 roku [9]. Po przystąpieniu Polski do UE dokument ten stał się aktem prawnym nadrzędnym w stosunku do obowiązującego prawa krajowego, co oznacza, że musiał zostać wdrożony bez zmian do naszego systemu prawnego. Rozporządzenie to wprowadzono w Polsce ustawą z dnia 20 kwietnia 2004 roku (Dz. U. Nr 93, poz. 898), która ustanawia m.in. krajowy system nadzoru i kontroli w zakresie rolnictwa ekologicznego, w skład którego wchodzi: minister właściwy do spraw rolnictwa, Inspekcja Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych i upoważnione jednostki certyfikujące, przeprowadzające kontrolę oraz wydające i cofające certyfikaty zgodności. Ustawa ta wprowadza rozporządzenia dotyczące importu żywności ekologicznej z krajów trzecich i ustęp odnośnie materiału rozmnożeniowego: rozporządzenie Komisji nr 94/92/EWG (Dz. U. WE L 011 z 17.01.1992 r., z późn. zm.), rozporządzenie Komisji nr 1778/2001/WE (Dz. U. WE L 243 z 13.09.2001 r., z późn. zm.) oraz rozporządzenie Komisji nr 1452/2003/WE (Dz. U. WE L 206 z 15.08.2003 r.) [8].

Charakterystyka rynku produktów ekologicznych

Żywność ekologiczna dopuszczona do obrotu rynkowego powinna być zapakowana w opakowania jednostkowe i oznakowana. Produkt ekologiczny powinien być opatrzony etykietą zawierającą określone przepisami prawnymi informacje. Wyjątek stanowi sprzedaż produktu bezpośrednio od rolnika posiadającego aktualny certyfikat, który uwzględnia sprzedawane produkty żywnościowe, w sklepach kontrolowanych przez jednostkę certyfikującą i spełniających określone kryteria [9].

Szacuje się, że światowy obrót produktami ekologicznymi w 2006 roku wyniósł 30 mld euro. Można zaobserwować systematyczny, coroczny ok. 10% wzrost wielkość tego rynku. Zdecydowanie największy udział światowego rolnictwa ekologicznego przypada na Australię (39%), natomiast najmniejszy na Afrykę (3%). Największy procentowy udział rolnictwa ekologicznego w rolnictwie ogółem, z podziałem na kraje, występuje w Liechtensteinie (27%) i Argentynie (15%), a najbardziej rozwinięte rolnictwo ekologiczne jest w Australii, Argentynie, Chinach i USA, natomiast największy jego przyrost występuje w USA i Argentynie [10].

Polskę cechuje rolnictwo tradycyjne, przez wiele lat stosunkowo słabo zmechanizowane i chemizowane, co stanowi podstawę i szansę szybkiego rozwoju rolnictwa ekologicznego. W 2006 r. 3494 producentów posiadało wymagany certyfikat zgodności, a 5700 znajdowało się w okresie przestawiania produkcji, zatem w Polsce jest 9194 producentów żywności ekologicznej, gospodarujących na łącznej powierzchni upraw ok. 220 tys. ha użytków rolnych, co stanowi zaledwie ok. 1% ogólnej po-

wierzchni upraw. Najwięcej gospodarstw ekologicznych znajduje się w województwie małopolskim (1354) i podkarpackim (1200). Działają 172 certyfikowane przetwórcie produktów ekologicznych. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi prognozuje, że w 2010 r., w Polsce, będzie funkcjonowało ok. 15 000 gospodarstw ekologicznych na powierzchni ok. 300 000 ha [10]. Rosnąca podaż surowców ekologicznych na polskim rynku ułatwi pozyskanie ich przez przetwórców, co zwiększy konkurencyjność przetwórstwa produktów ekologicznych w Polsce. Wysokie wymagania w zakresie standardów higienicznych praktycznie uniemożliwiają przetwórstwo ekologiczne w obrębie gospodarstw rolnych. Rynek żywności ekologicznej w Polsce, aby dorównać rozwojowi rynków Niemiec czy Włoch musi dokonać 1000-krotnego wzrostu poziomu aktualnego rozwoju, co wskazuje na duże jego możliwości. Nieograniczony handel wewnątrz UE spowodował, że żywność ekologiczna wyprodukowana w Polsce znajduje zbyt w krajach Europy Zachodniej, gdyż cechuje ją niższa cena i gwarantowana jakość. Wzrost świadomości ekologicznej konsumentów spowodował, że są skłonni zapłacić wyższą cenę za produkty ekologiczne. W Polsce konieczne staje się zoptymalizowanie dystrybucji żywności ekologicznej, która może odbywać się kanałami typowymi dla żywności konwencjonalnej lub odrębnymi np. w sklepach specjalistycznych czy poprzez sprzedaż bezpośrednią, co powinno wpłynąć na wzrost zaufania do tego typu żywności, niemniej związane jest z ponoszeniem wyższych kosztów dystrybucji. W Polsce sieć obrotu produktami ekologicznymi jest stosunkowo słabo zorganizowana. Najczęściej spotykane formy sprzedaży to: sprzedaż bezpośrednia surowców nieprzetworzonych (preferowana przez rolników), sieci sklepów wyspecjalizowanych w sprzedaży produktów ekologicznych (głównie duże miasta) oraz sprzedaż internetowa. Satisfakcjonujący jest zauważalny stopniowy wzrost zainteresowania sprzedażą produktów ekologicznych przez sieci sklepów spożywczych i supermarketów. Dobrym tego przykładem jest sieć sklepów Społem i Program Ekologiczny Społem, którego akcja promocyjna produktów ekologicznych zorganizowana pod hasłem „Podejmij ekodecyzę” w Warszawie, Chełmie i Andrychowie wskazała na duże możliwości rozwoju tego segmentu rynku [3]. Doświadczenia innych krajów w zakresie sprzedaży żywności ekologicznej wskazują, że najlepszym sposobem jest dystrybucja tradycyjnymi kanałami, gdyż umożliwia to szybki rozwój rynku, ponieważ umożliwia obniżkę kosztów dystrybucji i cen żywności ekologicznej. Przykładowo w duńskich sklepach konwencjonalnych (głównie supermarketach) sprzedawanych jest 86% produktów ekologicznych, w Finlandii, Austrii i Wielkiej Brytanii 70 – 80%, we Francji, Belgii oraz w Holandii 41 – 42%, natomiast w Niemczech 33%. W wymienionych krajach również duży udział w sprzedaży żywności ekologicznej mają sklepy specjalistyczne. W Europie Zachodniej zauważalna jest tendencja do integracji poziomej (grupy produkcyjne, współpraca sprzedawców na zasadzie franchisingu) i pionowej (współpraca rolników i przetwórców np. młynarze, piekarze) kanałów dystrybucyjnych. Powstałe

w ten sposób podmioty wspólnie sprzedają wyprodukowaną żywność ekologiczną. Wydaje się, że dla polskich rolników prowadzących gospodarstwa ekologiczne najbardziej opłacalny jest eksport żywności ekologicznej do krajów UE, co znacząco ułatwi powstawanie spółek dystrybucyjnych lub zrzeszeń rolników ekologicznych, grup producenckich, które wspólnie dokonywaliby czynności związanych ze sprzedażą produktów ekologicznych [4].

Znaczenie marki

Zarządzanie jakością produktu poza zapewnieniem jego obiektywnej jakości składu i produkcji, zoptymalizowaniem stopnia w jakim spełnia oczekiwania konsumenta, ma na celu wykreowanie marki produktu – kapitału marki, w skład którego zalicza się przede wszystkim lojalność konsumentów, jakość produktu czy skojarzenia z nią związane. Spowodowane jest to wzrastającą konkurencyjnością produktów żywnościowych, co wymaga wypracowania niekwestionowanej opinii o jakości produktu i wyraźnego postrzegania jej przez konsumentów. Marka rozumiana jako subiektywna ocena konsumenta, uwzględniająca wady i zalety produktu, jego mocne i słabe strony, staje się marketingowym rozumieniem jakości. Satysfakcja klienta i spełnienie oczekiwań prowadzi do wytworzenia w jego opinii pozytywnego wizerunku produktu, bazującego na zoptymalizowaniu jego jakości w stosunku do wymagań, co odzwierciedla się w przywiązaniu konsumenta do określonego wyrobu czy marki [1]. W marketingowym rozumieniu niekwestionowane znaczenie w kreowaniu pozytywnego wizerunku produktu ma zadowolenie konsumenta. Jego opinia określająca wysoką postrzeganą jakość produktu stanowi ocenę i powinna być uwzględniona w strategii działań producenta na rynku produktów żywnościowych, ponieważ stanowi czynnik przewagi konkurencyjnej organizacji na rynku.

Stworzone uregulowania prawne w zakresie rolnictwa ekologicznego oraz wsparcie ekologicznego sposobu wytwarzania żywności przez UE, jako istotnego elementu Wspólnej Polityki Rolnej, w znacznym stopniu zintensyfikowało rozwój rynku tego typu produktów i sprawiło, że aktualnie zaliczany jest do najdynamiczniej rozwijających się rynków produktów żywnościowych we Wspólnocie. W Polsce niewystarczająca wiedza konsumentów na temat zalet spożywania żywności ekologicznej sprawia, że konieczne staje się podejmowanie działań edukacyjnych, co powinno zwiększyć wiarygodność i spopularyzować spożywanie tego rodzaju żywności. Tworzący się rynek żywności ekologicznej cechuje niski poziom działalności promocyjnej, brak powszechnej informacji o metodach produkcji i oznakowaniu żywności. Konieczne jest uświadomienie konsumentowi, że produkt wytworzony metodami ekologicznymi cechuje: niepowtarzalny smak, wygląd, konsystencja, aromat oraz gwarantowana jakość i pochodzenie. Z pewnością do łatwiejszej identyfikacji produktu w miejscu sprzedaży przyczyniłoby się wypromowanie wspólnego znaku towarowego (marki)

produktów ekologicznych, co mogłoby skutecznie zintegrować środowisko producentów i przetwórców żywności ekologicznej. Brak wyraźnego postępu w rozwoju promocji żywności ekologicznej skłonił na początku 2006 r. konsorcjum Wielkopolskiej Izby Rolno-Przemysłowej i Stowarzyszenie Ekoland do wszczęcia kampanii reklamowej w tym zakresie. Pomysł został zaakceptowany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Agencję Rynku Rolnego, a następnie Komisję Europejską, co umożliwiło wsparcie kampanii promocyjno-informacyjnej adresowanej do konsumentów i producentów środkami unijnymi. Niezmienna jakość produktów ekologicznych, wynikająca ze spełnienia wymagań produkcyjnych zapisanych w specyfikacji wyrobu, upoważnia producenta do umieszczania na opakowaniu produktu logo produktu ekologicznego, symbolu chronionego prawem WE. Promocja znaku „Rolnictwo ekologiczne” ma na celu przede wszystkim wywołanie wzrostu popytu na żywność ekologiczną oraz poinformowanie rolników i przetwórców żywności ekologicznej o możliwościach ochrony i wyróżniania produktów ekologicznych [3].

Podsumowanie

Na zdrowotność żywności składają się: bezpieczeństwo produktu oraz jej wartość odżywcza, kaloryczna i dietetyczna. Produkty żywnościowe powinny dostarczać organizmowi niezbędnych składników odżywczych i energetycznych przy całkowitym wyeliminowaniu czynników zagrażających zdrowiu ludzi. Zanieczyszczenie chemiczne środowiska prowadzi do obniżenia jakości zdrowotnej żywności, co znajduje odzwierciedlenie w stanie zdrowia człowieka. Środowisko naturalne wpływa na jakość surowców żywnościowych, które mogą być źródłem zagrożeń biologicznych i chemicznych. Zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności jest szczególnie istotne w przypadku żywności wytwarzanej metodami ekologicznymi, w których nie stosuje się środków chemicznej ochrony w produkcji surowców, zmniejszających ryzyko zagrożeń biologicznych [7]. Objęcie procesem zarządzania jakością produktów ekologicznych umożliwi zachowanie ich pierwotnych właściwości i wymaganych norm bezpieczeństwa. Unijna polityka jakości w zakresie żywności koncentruje się na promocji i ochronie oryginalności produktów, które cechuje ścisłe określenie ekologiczności produktu. Szansą dla polskiego rolnictwa staje się rosnący popyt na produkty ekologiczne spowodowany przede wszystkim: upowszechnieniem zagrożeń wynikającej ze stosowania przemysłowych metod chowu zwierząt czy uprawy roślin, „internacjonalizacji” produktów utrudniającej konsumentom jednoznaczne określenie ich pochodzenia, czy docenieniem przez konsumentów dodatkowych korzyści wiążących się z zakupem tego typu produktu [2]. Zarządzanie jakością produktu ekologicznego ma na celu zagwarantowanie konsumentowi, że nie stanie się ofiarą nieuczciwej konkurencji. Producenci spełnią bowiem ściśle określone wymogi z uwagi na świadomość, że posiadane oznaczenie kojarzone jest z wysoką jakością, marką zapewniającą im

zwiększenie zysku, co dodatkowo dopinguje ich do optymalizacji zarządzania jakością produktu.


Literatura

- [1] Doroszewicz S.: Znak ISO 9001 z punktu widzenia konsumenta. *Marketing i Rynek*, 2000, **4**, 21-26.
- [2] Figiel A.: Etnocentryzm konsumencki. Produkty krajowe czy zagraniczne. Wyd. Nauk. PWE. Warszawa 2004.
- [3] Krajewski K.: Produkty ekologiczne wspierane działaniami promocyjnymi. *Przem. Spoż.*, 2006, **12**,
- [4] Nestorowicz R.: Kanały dystrybucji żywności ekologicznej. *Przem. Spoż.*, 2006, **12**,
- [5] PN-EN ISO 9000:2001. Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia.
- [6] Rozporządzenie Rady 2092/91/EWG z dnia 24 czerwca 1991 roku w sprawie ekologicznego otrzymywania produktów rolnych oraz oznaczeń z tym związanych umieszczanych na produktach rolnych i artykułach spożywczych (Dz. U. L 198, 22.7.1991, s.1).
- [7] Sikora T., D. Kołożyn-Krajewska: Aspekty środowiskowe związane z produkcją i konsumpcją żywności. W: Adamczyk W. (red.), *Ekologiczne problemy jakości wyrobów*. Wyd. Naukowe PTTŻ, Kraków 2002.
- [8] Szeremeta A., Jastrzębska D.: Przetwórstwo produktów ekologicznych. *Przem. Spoż.*, 2006, **6**,
- [9] Szymona J.: Perspektywy rozwoju przetwórstwa produktów ekologicznych w Polsce, Posiedzenie Rady Gospodarki Żywnościowej, Ekogwarancja PTRE, 2007.
- [10] www.minrol.gov.pl

ORGANIC PRODUCT QUALITY MANAGEMENT

S u m m a r y

The objective of the paper was to depict issues referring to organic product, to present changes in perceiving it, and to show the importance and development potential of the market for organic products in Poland after its access to the European Union. The basis of the paper developed was the analysis of such problems as: product quality management, defining the 'ecological product' term, presenting legal regulations in this range, characterizing the organic products market, and showing the importance of brand name with for the market development for organic products regarded as a chance for the Polish agriculture.

Key words: organic product, quality, natural state, brand name, market 

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 15 lutego 2008 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 21 grudnia 2007 r. uchylające niektóre rozporządzenia w sprawie wymagań weterynaryjnych dla produktów pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. 2008 r. Nr 2, poz. 5).
Straciły moc prawną następujące rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi:
 - z dn. 18 sierpnia 2004 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych dla mleka oraz produktów mlecznych (Dz. U. Nr 188, poz. 1946) oraz z 2005 r. (Dz. U. Nr 96, poz. 819),
 - z dn. 12 marca 2004 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych przy produkcji i dla produktów jajecznych umieszczanych na rynku (Dz. U. Nr 52, poz. 521 i Nr 205, poz. 2103),
 - z dn. 27 kwietnia 2004 r. w sprawie szczegółowych wymagań weterynaryjnych przy przywozie świeżego mięsa i produktów mięsnych (Dz. U. Nr 100, poz. 1013) oraz z 2005 r. (Dz. U. Nr 174, poz. 1454),
 - z dn. 30 kwietnia 2004 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych w zakresie handlu świeżym mięsem i produktami mięsnymi (Dz. U. Nr 108, poz. 1150) oraz z 2005 r. (Dz. U. Nr 103, poz. 868).
2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 27 grudnia 2007 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych, jakie powinny być spełnione przy znakowaniu produktów pochodzenia zwierzęcego pozyskanych ze zwierząt poddanych

ubojowi w ramach krajowych programów zwalczania niektórych chorób zakaźnych zwierząt (Dz. U. 2008, Nr 3, poz. 18).

W rozporządzeniu określone zostały zasady znakowania tusz (uznanych za zdatne do spożycia przez ludzi) pozyskanych ze zwierząt poddanych ubojowi w ramach krajowych programów zwalczania chorób oraz produktów pochodzenia zwierzęcego wyprodukowanych z mięsa pozyskanego z tych tusz.

3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 31 grudnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub na ich powierzchni (Dz. U. 2008, Nr 8, poz. 51).

Wprowadzono zmiany w załączniku nr 1 do rozporządzenia dotyczą nowych wartości najwyższych dopuszczalnych poziomów pestycydów, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub na ich powierzchni.

4. Ustawa z dn. 19 grudnia 2003 r. o organizacji rynków owoców i warzyw, rynku chmielu, rynku tytoniu oraz rynku suszu paszowego (Dz. U. 2008 r., Nr 11, poz. 70).

Został ogłoszony jednolity tekst ustawy z dnia 19 grudnia 2003 r. o organizacji rynków owoców i warzyw, rynku chmielu, rynku tytoniu oraz rynku suszu paszowego.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 127/2008 z dn. 13 lutego 2008 r. rejestrujące w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych nazwę Oscypek (ChNP) (Dz. U. 2008 r., Nr 40, s. 5).

Została zarejestrowana w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych nazwę Oscypek (ChNP) – Polska – klasa 1.3. sery. ☒

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA

WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOSCI

Prezentujemy 30. część haseł *Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności*. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w *Żywności* nr 3 (28), 2001.

MODYFIKATORY SMAKU / TASTE MODIFICATORS - związki wzbogacające smak i aromat żywności, np. glutaminian sodu, zasada purynowo-5' mononukleotydu-6-hydroksypurynowego. Glikoproteina – mirakularyna, $44 \cdot 10^3$ Da, występująca w czarodziejskim owocu (*Synsepalum dulcificum*). Ma właściwość eliminowania kwasowości, bez jednoczesnego wpływu na smak słodki (cytryna smakuje jak słodka pomarańcza)

MUTEINY / MUTEINS - białka syntetyzowane według metody rekombinacji DNA. Muteiny umożliwiają analizę konsekwencji zmian struktury pierwszorzędowej białek

PEPTYDY NATRIURETYCZNE / NATIURETIC PEPTIDES - peptydy wydzielane przez różne tkanki, które stymulują natriurezę (zwiększone wydzielanie sodu z moczem)

ANTYSENSOWNA TERAPIA / ANTISENSE THERAPY projektowanie cząsteczek wiążących specyficzne rejony mRNA i uniemożliwiających przez to ich zastosowanie do kodowanej syntezy białek

FARMAKOFORY / PHARMACOPHORES - atomy i grupy funkcyjne odpowiednio rozmieszczone względem siebie w przestrzeni, niezbędne w cząsteczce leku, aby miał on specyficzne działanie farmakologiczne ☒

NOWE KSIĄŻKI

Novel enzyme technology for food applications

[Współczesna technologia enzymów stosowanych w przemyśle żywnościowym]

Robert A. Rastal, The University of Reading, UK

Wydawnictwo: Taylor & Francis Group, 2007, ISBN 9781420043969, stron 320, cena 249,95\$

Zamówienia: www.crcpress.com

Książka, napisana przez członków międzynarodowego zespołu, zawiera podstawowe aspekty przemysłowej technologii enzymów. Poszczególne rozdziały ukazują odkrycia, ulepszenia i produkcję enzymów, jak również postawy klientów w stosunku do technologii wykorzystującej enzymy.

Przedstawiono technologię enzymów służących do specjalnych zastosowań w przemyśle spożywczym takich, jak: usprawnienia w strukturze, białkowy wymiennik tłuszczu, wzmacniacz smaku oraz „zdrowe” węglowodany funkcjonalne.

Książka przeznaczona jest dla wszystkich, którzy zainteresowani są innowacjami w przemyśle spożywczym, a więc zarówno naukowców, jak i technologów z zakładów przetwórstwa spożywczego.

Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis

[Podręcznik przetwórstwa mięsa oraz analiza drobiu]

Leo M.L. Nollet, Hogeschool Gent, Belgium

Fidel Toldra, Inst. de Agroquímica y Tec. de Alimentos, Valencia, Spain

Wydawnictwo: Taylor & Francis Group, 2008, ISBN 9781420045314, stron 472, cena 179,95\$

Zamówienia: www.crcpress.com

W podręczniku opisano rolę technik przetwarzania, kontroli i oceny końcowej jakości w przemyśle mięsny. Ponadto zawarto w niej metodologię analityczną, w celu zapewnienia kontroli różnych punktów bezpieczeństwa związanego z przetwórstwem spożywczym.

Książka ukazuje aspekty jakości technologicznej takie, jak: czynniki fizyczne i dodatki (antyoksydanty i witaminy); czynniki związane z wyróżnikami jakości sensorycznej (barwa, konsystencja i smak) oraz aspekty bezpieczeństwa (m.in. metody wykrywania produktów zepsutych, patogeny mikrobiologiczne zawarte w pożywieniu pochodzenia mięsnego oraz alergeny).

Listeria. Listeriosis and Food Safety

[Listeria. Listerioza a bezpieczeństwo żywności]

Elliot T., Ryser E.T., Elmer M.H., Michigan State University, East Lansing, USA

Wydawnictwo: Taylor & Francis Group, 2008, ISBN 978082475502, stron 896, cena 189,95\$

Zamówienia: www.crcpress.com

Książka dostarcza najnowszych informacji naukowcom zajmującym się problematyką żywności, oraz mikrobiologii. Zawiera informacje dotyczące szacowania ryzyka, kosztów wybuchu epidemii, kontroli nadzorującej oraz przyszłych kierunków badań nad *Listeria*. Oprócz tego zamieszczono w niej wiele informacji na temat wzrostu i przeżycia listerii w żywności oraz wskaźników kontaminacji dotyczących nabiału, mięsa zwierząt rzeźnych i ryb, owoców oraz warzyw. W końcowej części opisano najnowsze przypadki zachorowań występujących w powiązaniu z *Listeria*.

Handbook of Prebiotics

[Podręcznik probiotyków]

Glenn R. Gibson, The University of Reading, UK

Marcel Roberfroid, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium

Wydawnictwo: Taylor & Francis Group, 2008, ISBN 9780849381713, stron 504, cena 149,95\$

Zamówienia: www.crcpress.com

Dostarczając wielu szczegółowych informacji, autorzy ukazują zmienne działanie prebiotyków na różne populacje i grupy wiekowe ludzi oraz inwentarza zwierzęcego i zwierząt domowych. W książce opisano możliwości żywieniowe oraz bezpieczeństwo wynikające ze spożycia prebiotyków, gdyż połączenie kilku dyscyplin naukowych takich, jak: nauka o żywności i żywieniu, mikrobiologia, biotechnologia oraz nauki o zdrowiu sprawia, że ta nowatorska praca wskazuje drogę do dalszych badań naukowych na temat potencjału prebiotyków do promowania dobrego stanu zdrowia.

W książce zawarto również krytyczne poglądy na temat funkcjonalności prebiotyków i płynących z nich korzyści. Ponadto podano przykłady żywności prebiotycznej oraz przepisy bezpieczeństwa, które mogą mieć w tym przypadku zastosowanie.

Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych

Praca zbiorowa pod. red. P. Konieczki i J. Namieśnika

Wydawnictwo: WNT, Warszawa 2007, ISBN 9788320432559, stron 368, na 34,20 zł

W monografii w sposób skondensowany przedstawiono wszystkie zagadnienia związane z jakością wyników analitycznych. W pierwszej części omówiono zagadnienia spójności pomiarowej i materiały odniesienia różnego typu, które w zasadniczy sposób wpływają na jakość wyników analiz. Interesujące są przykłady szacowania niepewności, będące podstawową właściwością każdego pomiaru. Dwa kolejne najobszerniejsze rozdziały dotyczą badań międzylaboratoryjnych i walidacji procedur analitycznych. Przejrzyście opisano podstawowe pojęcia w walidacji, jak: precyzję, powtarzalność, liniowość, granicę wykrywalności i oznaczalności, podając dobrze dobrane przykłady. Starannie opracowano także zestaw definicji i pojęć stosowanych w ocenie jakości wyników. Udanym uzupełnieniem są załączniki: spis stosowanych akronimów oraz użytecznych stron internetowych.

Książka jest przeznaczona dla studentów, dyplomantów, doktorantów i naukowców zajmujących się analizą chemiczną, monitoringiem, technologią, ochroną środowiska.

Chemia żywności. Składniki żywności. Tom 1

Chemia żywności. Sacharydy, lipidy i białka. Tom 2

Chemia żywności. Odżywcze i zdrowotne właściwości składników żywności. Tom 3

Praca zbiorowa pod red. Z. E. Sikorskiego

Wydawnictwo: WNT, Warszawa 2007, ISBN 9788320432715 (całość), stron: cz. I 304; cz. II 246, cz. III 293, cena cz. I. 39,60 zł, cz. II. 38,70 zł, cz. III. 38,70 zł

Piąte wydanie znanego i cenionego podręcznika akademickiego zostało gruntownie zmienione. Zaktualizowano jego treść oraz dodano nowe rozdziały uwzględniające najnowsze zdobycze wiedzy o żywności i żywieniu człowieka.

Książka jest adresowana do studentów i pracowników naukowych wydziałów związanych z chemią, technologią i biotechnologią żywności, żywieniem człowieka, bromatologią itp. akademii rolniczych, akademii i uniwersytetów medycznych oraz politechnik. Będzie też przydatna dla technologów, towaroznawców i producentów żywności pracujących w zakładach produkujących i przetwarzających żywność.

W tomie 1 przedstawiono podstawowe wiadomości dotyczące m. in. rozwoju chemii żywności, budowy głównych surowców żywnościowych, a także szeroko pojętych funkcji, jakie w niej pełnią składniki mineralne, woda, barwniki, substancje zapachowe, polifenole, glikozydy, alkaloidy oraz różne dodatki do żywności.

W tomie 2 scharakteryzowano sacharydy, lipidy i białka - związki chemiczne mające największy udział w składzie produktów żywnościowych, opisano właściwości funkcjonalne tych składników oraz ich wpływ na tworzenie się pożądaných sensorycznych cech produktów, a także chemiczne i biochemiczne przemiany składników żywności zachodzące podczas jej przetwarzania i przechowywania oraz nowoczesne metody oznaczania białek żywności.

W tomie 3 przedstawiono charakterystykę odżywczych i zdrowotnych właściwości składników żywności, chemiczne i biologiczne właściwości witamin, także odżywcze i funkcjonalne cechy masła. Opisano alergeny występujące w surowcach i produktach żywnościowych, a także zaprezentowano najnowszą wiedzę na temat mutagennego, rakotwórczego i antynowotworowego działania wielu związków zawartych w żywności. Ponadto omówiono interakcje składników żywności oraz wpływ tych oddziaływań na jakość produktów spożywczych.

Wzorcowe tablice alkoholometryczne w temperaturze odniesienia 20°C

Tomasz Plebański, Bogumiła Ogonowska

Wydawnictwo: WNT, Warszawa 2007, ISBN 9788320433418, stron 263, cena 133,20 zł

Tablice zawierają ok. 105 000 pozycji liczbowych stanowiących komplet danych potrzebnych przy wszelkich czynnościach technicznych, obliczeniowych i kontrolnych, związanych ze spirytusem, czyli wodnymi roztworami alkoholu etylowego. Obejmują zakres stężeń od 0 do 100% i zakres temperatury od -20°C do +30°C (lub do +40°C).

Układ treści oraz liczne przykłady rozwiązań pozwalają korzystać z tablic już osobom ze średnim wykształceniem zawodowym. Praca jest przeznaczona dla inżynierów, techników i laborantów przemysłu rolno-spożywczego, chemicznego, farmaceutycznego i lekkiego, dla Służby Miar i Służby Zdrowia, dla wytwórców alkoholomierzy, pracowników handlu, aparatu kontroli państwowej i laboratoriów kontroli technicznej. Nieodzowna jest ona w laboratoriach analitycznych wszystkich szczebli, zakładach przemysłu spirytusowego i punktach legalizacyjnych. Z książki tej korzystać powinny również placówki naukowe, naukowo-badawcze i doświadczalne wymienionych wyżej gałęzi przemysłu.

Opracował: *Stanisław Popek*

TECHNOLOG ŻYWNOSCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 18 Nr 1

marzec 2008

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Zarząd Główny

W dniu 27 marca br. odbyło się zebranie Zarządu Głównego PTTŻ, podczas którego podsumowano działalność Towarzystwa w 2007 roku. Sprawozdanie z działalności ZG w 2007 r. przedstawili: Prezes ZG PTTŻ, prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska i Skarbnik, dr inż. Małgorzata Wroniak. Z kolei Prezesi Oddziałów i Przewodniczący Sekcji przedstawili sprawozdania z działalności merytorycznej i finansowej Oddziałów i Sekcji. Po dyskusji podjęto uchwały o przyjęciu sprawozdań.

Powołano zespół recenzentów do oceny prac zgłoszonych do Konkursu PTTŻ na dwie najlepsze publikacje czasopisma „Żywność”, w każdej kategorii tj. prac oryginalnych i przeglądowych za rok 2007.

PTTŻ jako organizacja pożytku publicznego złożyła odpowiednie dokumenty w Urzędzie Skarbowym w związku ze zmianą w sposobie przekazywania 1% podatku. Obecnie wypełniając PIT do rozliczeń za rok 2007 wystarczy wpisać nazwę Towarzystwa i nr KRS, a pieniądze przekaże za nas fiskus.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE KONFERENCJE I KONGRESY NAUKOWE

2008 r.

Maj

12 – 15 SZKLARSKA PORĘBA = V Konferencja Naukowa z cyklu: „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie” nt.: „Przetwórstwo ziemniaka czynnikiem wzrostu i racjonalizacji jego produkcji”

Organizator: Oddział Wrocławski PTTŻ, Sekcja Technologii Węglowodanów

28 – 29 ŁÓDŹ = XIII Sesja Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ nt.: „Żywność XXI wieku – szanse i zagrożenia”Czerwiec**17 – 21 KRAKÓW = XVI International Starch Convention Cracow-Moscow**

Kontakt : mgr Joanna Opalińska – Piskorz

e-mail: joa111@wp.pl

Wrzesień

8 – 10 CAPE TOWN, South Africa = 17th World Meat Congress

14 – 16 WARSZAWA = 5th EUROPEAN CONGRESS ON NUTRITION AND HEALTH IN THE ELDERLYNHE – 2008**25 – 26 LUBLIN = III Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu „Mięso w przetwórstwie i żywieniu człowieka” nt.: „Tradycyjne i regionalne technologie i produkty w żywieniu człowieka”**

Kontakt: dr inż. Agnieszka Latoch, dr inż. Joanna Stadnik

tel.: 081 462 33 40÷41, fax: 081 462 33 45

e-mail: ktmzj@ar.lublin.pl

25 – 27 TORUŃ = IX Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Technologiczna

Organizator: Sekcja Chemii i Technologii Tłuszczów PTTŻ

Październik

19 – 24 SHANGHAI, China = The 14* IUFoST World Congress of Food Science and Technology, Food for Health and Wellbeing: Tradition Meets the Future.,

Contact: e-mail: cifst@yahoo.com.cn

CZŁONKOWIE WSPIERAJACY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCIPrzy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, RAISIO POLSKA FOODS Sp. z o.o. Karczew, FRITO – LAY POLAND Sp. z o.o. Grodzisk Mazowiecki, HORTIMEX Sp. z o.o. Konin.**Przy Oddziale Łódzkim: **POLFARMEX S.A.**Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o., Bielsko-Biała.**Przy Oddziale Szczecińskim: **TECHNEX Sp. z o.o., Szczecin.**Przy Oddziale Warszawskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO S.A., WARSZAWA.**Przy Oddziale Wielkopolskim: **PRZEDSIĘBIORSTWO PRZEMYSŁU FERMENTACYJNEGO „AKWAWIT” S.A., Leszno, HORTIMEX Sp. z o.o., Konin,**

SŁAWSKI ZAKŁAD PRZETWÓRSTWA MIĘSA I DROBIU s.c. „BALCERZAK I SPÓŁKA”, Wróblów k. Sławy, POZMET S.A., Poznań.
Przy Oddziale Wrocławskim: **REGIS Wieliczka.**

Material zawarty w Nr 1 (56)/2008 Biuletynu podano według stanu informacji do 10 marca 2008 r.

Materiały do Nr 2/2008 prosimy nadsyłać do 1 czerwca 2008 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./fax: 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
Prof. dr hab. Piotr Przybyłowski Oddział Gdański	AM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 058 621 70 41; Fax.: 058 62 02 831
Prof. dr hab. Stanisław Mleko Oddział Lubelski	AR, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN Tel.: 081 444 63 10
Prof. PŁ, dr hab. Lucjan Krala Oddział Łódzki	PŁ, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 042 613 34 68; Fax. 042 636 74 88
Dr hab. Grażyna Jaworska Oddział Małopolski	AR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel. 012 661 47 50; e-mail: rrgjawor@cyf-kr.edu.pl
Dr hab. inż. Katarzyna Majewska Oddział Olsztyński	UWM, ul. Słoneczna 44A, 10-718 OLSZTYN Tel.: 089 523 32 70; e-mail: kasia@uwm.edu.pl
Prof. dr hab. Kazimierz Lachowicz Oddział Szczeciński	AR, ul. Kazimierza Królewicza 3, 71-550 SZCZECIN Tel.: 091 423 10 61
Prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel./fax: 022 593 75 68 e-mail: dorota_witrowa_rajchert@sggw.pl
Dr hab. Grażyna Lewandowicz Oddział Wielkopolski	AR, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60, Fax.: 061 848 71 46
Prof. dr hab. Zygmunt Gil Oddział Wrocławski	AR, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 04; Fax: 071 320 54 77
SEKCJE	
Doc. dr hab. Renata Jędrzejczak Analizy i Oceny Żywności	IBPRS, ul. Rakowiecka 36, 02-532 WARSZAWA Tel. 022 849 02 24; 0606 38 76; Fax: 022 849 04 26
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	WSliZ, ul. Rakowiecka 32, 02-532 WARSZAWA Tel.: 022 646 20 60; e-mail: krajewski@wsiiz.pl
Prof. dr hab. Edward Pospiech Technologii Mięsa	AR, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60; e-mail: pospiech@au.poznan.pl
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier Chemii i Technologii Tłuszczów	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 847 58 17
Prof. dr hab. Waclaw Leszczyński Technologii Węglowodanów	AR, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 21; Fax: 071 320 52 73
Dr inż. Katarzyna Marciniak-Łukasiak Młodej Kadry Naukowej	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: katarzyna_marciniak_lukasiak@sggw.pl